ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55260.1.5— 2012

Гидроэлектростанции

Часть 1-5

СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ

Требования к проектированию в сейсмических районах

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2014

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (ОАО «НИИЭС»), Федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет» (ФГАОУ ВПО «СФУ»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 330 «Процессы, оборудование и энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1355-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Правила применения настоящего стандарта установленны в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (gost.ru)

© Стандартинформ, 2014

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения ... 1
2 Нормативные ссылки ... 2
3 Термины и определения ... 3
4 Обозначения и сокращения ... 8
5 Нормы и требования к проектированию гидротехнических сооружений в сейсмических районах ... 9
5.1 Общие положения ... 9
5.2 Определение нормативной, исходной и расчетной сейсмичности ... 10
5.3 Учет сейсмических воздействий и определение их характеристик ... 11
5.4 Расчеты гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия ... 12
5.5 Мероприятия по повышению сейсмостойкости гидротехнического сооружения и минимизации ущерба от его повреждений при землетрясении ... 12
6 Условия создания системы геодинамического мониторинга (геодинамического полигона) ... 14
6.1 Общие положения ... 14
6.2 Проектирование геодинамического полигона ... 17
6.3 Строительные и монтажные работы по оборудованию геодинамического полигона ... 19
7 Требования к построению системы геодинамического мониторинга ... 19
7.1 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений ... 19
7.2 Основные виды режимных геодинамических наблюдений ... 20
7.3 Измерительные средства геодинамических наблюдений, измерительные и информационно-коммуникационные системы геодинамических полигонов ... 20
7.4 Типовые методики и периодичность различных видов режимных геодинамических наблюдений ... 22
7.5 Типовые методики и программные средства обработки данных режимных геодинамических наблюдений ... 23
7.6 Представление данных геодинамического мониторинга ... 24
8 Оценка сейсмостойкости оборудования ... 24
8.1 Общие положения ... 24
8.2 Требования по выбору уровня расчетного сейсмического воздействия и среднего периода его повторяемости ... 25
8.3 Классификация оборудования по требованиям к его сейсмостойкости ... 26
8.4 Задание расчетного сейсмического воздействия на оборудование ... 26
8.5 Учет требований к сейсмостойкости оборудования при выдаче заданий на его изготовление, приемке оборудования, выборе серийного оборудования, сертификации оборудования в процессе его эксплуатации ... 27
8.6 Испытания оборудования на сейсмостойкость ... 27
8.7 Расчетная оценка сейсмостойкости оборудования ... 30
Приложение А (обязательное) Потенциально опасные геодинамические процессы и явления для гидротехнических сооружений в зонах с высокой сейсмической активностью ... 33
Приложение Б (справочное) Шкала сейсмической интенсивности MSK-64 ... 35
Приложение В (рекомендуемое) Примерный состав геодинамического мониторинга на гидротехнических объектах ... 36
Приложение Г (обязательное) Режимы функционирования геодинамических полигонов ... 39
Приложение Д (рекомендуемое) Измерительная и регистрирующая аппаратура для режимных геодинамических наблюдений ... 42
Приложение Е (рекомендуемое) Форма протокола испытаний оборудования на сейсмостойкость ... 48
Приложение Ж (рекомендуемое) Форма протокола расчетной оценки сейсмостойкости оборудования ... 50
Библиография ... 52

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Гидроэлектростанции

Часть 1-5

СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ Требования к проектированию в сейсмических районах

Hydro power plants. Part 1-5. Hydrotechnical constructions of hydroelectric power stations. Requirements for projection in seismic areas

Дата введения — 2014—07—01

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает требования к проектированию гидротехнических сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций в сейсмических районах.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает требования к порядку и методике оценки сейсмостойкости сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, а также проектируемого, устанавливаемого или эксплуатируемого оборудования гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, размещаемых в сейсмических районах.

1.3 Требования настоящего стандарта должны применяться при обосновании сейсмостойкости оборудования гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, разработке проектной документации, составлении технических условий и технических требований на изготовление, поставку оборудования и его приемку от поставщиков и/или изготовителей, а также при разработке и реализации мероприятий, необходимых для обеспечения сейсмической безопасности оборудования.

1.4 Требования и нормы настоящего стандарта распространяются на гидротехнические сооружения гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций и участки их расположения, в т.ч. на:

- плотины бетонные и железобетонные (гравитационные, контрфорсные, арочные и др. типов) и их основания;
- плотины и дамбы из грунтовых материалов (однородные, неоднородные, с экраном, ядром, диафрагмой, намывные, каменно-земляные и каменно-набросные, вечномерзлые) и их основания;
- здания гидроэлектростанций (русловые, приплотинные, подземные и деривационные) и их основания;
- подводящие и отводящие каналы и сооружения (отстойники, шугосбросы и др.) и их основания;
- шлюзы, причалы, устои, подпорные и раздельные стенки;
- подводящие и отводящие туннели (напорные и безнапорные) и вмещающие их массивы;
- ограждающие дамбы бассейнов суточного регулирования, верхних и нижних бассейнов (гидроаккумулирующих электростанций) и их основания.

1.5 Настоящий стандарт распространяется на оборудование гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, включая оборудование открытых и закрытых распределительных устройств и высоковольтных подстанций.

Требования настоящего стандарта не распространяются на крановое оборудование гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций.

1.6 Настоящий стандарт предназначен для применения генерирующими компаниями, выполняющими функции заказчика проектных, строительных, монтажных работ и поставки оборудования. Требования настоящего стандарта также распространяются на проектные, конструкторские, научно-исследовательские, экспертные и иные организации, разрабатывающие проектную документацию, проводящие

Издание официальное

исследования по обоснованию проектных решений, выполняющие работы по диагностике сейсмостойкости находящегося в эксплуатации оборудования гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций, а также его сертификацию.

1.7 Требования настоящего стандарта предназначены для применения проектными организациями, разрабатывающими проекты систем геодинамического мониторинга (геодинамических полигонов), строительными и монтажными организациями, выполняющими работы по монтажу и наладке измерительных и информационно-коммуникационных систем геодинамических полигонов, установке измерительной аппаратуры и устройств, автоматизированных систем сбора и передачи информации, а также специализированными организациями, осуществляющими экспертный анализ систем геодинамического мониторинга, сервисное обслуживание средств измерений и технологических систем геодинамического мониторинга.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты и своды правил:

ГОСТ 20.57.406—81 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические. Методы испытаний

ГОСТ 22.1.02—97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения

ГОСТ 535—2005 Прокат сортовой и фасонный из стали углеродистой обыкновенного качества. Общие технические условия

ГОСТ 5180—84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик

ГОСТ 5781—82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 6727—80 Проволока из низкоуглеродистой стали холоднотянутая для армирования железобетонных конструкций. Технические условия

ГОСТ 7473—2010 Смеси бетонные. Технические условия

ГОСТ 8731—74 Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические требования

ГОСТ 12536—79 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава

ГОСТ 14249—89 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность

ГОСТ 17516.1—90 Изделия электротехнические. Общие требования в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам

ГОСТ 19185—73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ 19223—90 Светодальномеры геодезические. Общие технические условия

ГОСТ 21631—76 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 26158—84 Сосуды и аппараты из цветных металлов. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования

ГОСТ 30416—96 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения

ГОСТ 30546.1—98 Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям и методы расчета их сложных конструкций в части сейсмостойкости

ГОСТ 30546.2—98 Испытания на сейсмостойкость машин, приборов и других технических изделий. Общие положения и методы испытаний

ГОСТ 30546.3—98 Методы определения сейсмостойкости машин, приборов и других технических изделий, установленных на месте эксплуатации, при их аттестации или сертификации на сейсмическую безопасность

ГОСТ 30630.1.1—99 Методы испытаний на стойкость к механическим внешним воздействующим факторам машин, приборов и других технических изделий. Определение динамических характеристик конструкции

ГОСТ Р 22.0.01—94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения

СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II -7—81*

СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01—2003

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия).Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины в соответствии с [1], ГОСТ 19185, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **абсолютное движение:** Движение точек сооружения, определяемое как сумма переносного и относительного движений во время землетрясения.

3.2 **аварийная ситуация:** Изменение в нормальной работе оборудования, создающее угрозу возникновения аварии.

3.3 **авария:** Опасное техногенное происшествие, создающее на объекте угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования, нарушению производственного процесса, а также нанесению ущерба окружающей природной среде.

3.4 **акселерограмма; велосиграмма; сейсмограмма:** Хронограмма ускорения (скорости, смещения) точки основания или сооружения в процессе землетрясения, имеющая одну, две или три компоненты.

3.5 **безопасность гидротехнического сооружения:** Свойство гидротехнического сооружения, позволяющее обеспечивать защиту жизни, здоровья и законных интересов людей, окружающей среды и хозяйственных объектов.

3.6 **временной динамический анализ; динамический анализ:** Расчет сооружения на сейсмические воздействия по динамической теории расчета (ДТ). При этом состояние сооружения прослеживается в течение всего периода сейсмических колебаний, охваченного расчетной акселерограммой.

3.7 **вторичная схема:** Расчетная схема, отображающая состояние сооружения в период от момента окончания землетрясения до начала ремонтных работ; применяется при интенсивности первичного землетрясения выше 4 баллов.

3.8 **геодезические исследования:** Стационарные геодезические наблюдения за деформациями оснований зданий и сооружений, земной поверхности и толщи горных пород в районах развития опасных природных и техноприродных процессов.

3.9 **геодинамическая обстановка:** Современное (текущее) состояние техноприродной системы, определяемое характером и степенью интенсивности природных, техногенных и техногенно-индуцированных геодинамических процессов.

3.10 **геодинамический мониторинг:** Система регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных геодинамических процессов и явлений в техноприродной системе, а также факторами, обусловливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых в целях своевременной диагностики опасных для сооружения геодинамических явлений, разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными геодинамическими процессами и явлениями, или по снижению наносимого их воздействием ущерба.

3.11 **геодинамический полигон:** Специализированный наблюдательный полигон (территория гидротехнического сооружения с размещенными на ней измерительными и коммуникационными средствами), на котором выполняются комплексные (геодезические, геомеханические, инженерно-сейсмологические, инженерно-сейсмометрические, геофизические и др.) наблюдения за природными, техногенными и техногенно-индуцированными геодинамическими процессами, влияющими на состояние техноприродной системы.

3.12 **геомеханические методы:** Способы и средства изучения свойств горных пород и грунтов, строения и состояния горных массивов, а также их трансформации в естественных условиях в резуль-

тате воздействия механических, тепловых, электромагнитных, физико-химических и других полей посредством механических испытаний и измерений.

3.13 **геофизические методы:** Способы и средства изучения строения, состава, свойств и состояния геологической среды путем измерения информационных параметров физических полей искусственного или естественного происхождения с последующей обработкой и интерпретацией получаемой при этом информации.

3.14 **гидрогенерирующая компания:** Компания (организация), в состав объектов собственности (активов) которой входят гидроэлектростанции.

3.15 **гидротехническое сооружение (ГТС):** Сооружение, подвергающееся воздействию водной среды, предназначенное для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения негативного воздействия вод, в т.ч. загрязненных жидкими отходами.

3.16 **гидроузел:** Комплекс гидротехнических сооружений, объединенных по расположению и совместному назначению.

3.17 **государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений**: Осуществление федеральным органом исполнительной власти периодических инспекций (проверок) гидротехнических сооружений в целях установления соответствия их состояния и уровня эксплуатации требованиям безопасности.

3.18 **декларация безопасности гидротехнического сооружения:** Документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса.

3.19 **детальное сейсмическое районирование; ДСР:** Сейсмическое районирование территорий размещения гидротехнических сооружений для средних грунтовых условий в масштабах 1:200000 — 1:500000.

3.20 **диагностика гидротехнических сооружений:** Установление и прогнозирование технического состояния гидротехнического сооружения по контролируемым показателям его работы.

3.21 **диагностические критерии:** Значения показателя (комбинации показателей) состояния гидротехнического сооружения, используемые для оценки его технического состояния, определения степени опасности наблюдаемых отклонений и нарушений нормального режима эксплуатации сооружения.

3.22 **динамическое тестирование гидротехнических сооружений:** Натурное определение динамических характеристик гидротехнического сооружения с помощью вибрационного или импульсного воздействия; при нормальном подпорном уровне (НПУ) и уровне мертвого объема (УМО) определяются собственные частоты и формы колебаний, логарифмические декременты затухания по собственным формам колебаний в заданных проектом испытаний точках ГТС.

3.23 **зона взаимодействия основания и сооружения:** Область основания и сооружения, в которой в строительный и эксплуатационный периоды происходят изменения напряженно-деформированного и фильтрационного состояний, изменяются состав и свойства грунтов, материалов сооружения, фильтрующихся вод.

3.24 **измерительное устройство:** Техническое средство, предназначенное для измерения физических величин — технических характеристик объекта контроля непосредственно или посредством вторичного устройства (прибора).

3.25 **инженерно-сейсмометрические методы:** Способы и средства изучения площадок ГТС, основанные на регистрации микросейсм, природных землетрясений и сейсмических волн от взрывов, в целях определения особенностей поведения сооружения и отдельных его частей при различных динамических воздействиях.

3.26 **интенсивность сейсмического воздействия:** Характеристика проявления землетрясения на рассматриваемой территории, измеряемая в баллах по сейсмической шкале MSK-64.

3.27 **испытания на прочность:** Испытания, проводимые для определения значений воздействующих факторов, вызывающих выход значений характеристик (свойств) объекта за установленные пределы или его разрушение.

3.28 **категория грунта по сейсмическим свойствам:** Характеристика, выражающая способность грунта в примыкающей к сооружению части основания ослаблять (или усиливать) интенсивность сейсмических воздействий, передающихся от грунтового основания на сооружение.

3.29 **компоненты акселерограммы:** Хронограммы ускорения точки основания или сооружения по направлениям зафиксированных координатных осей (горизонтальная компонента с наибольшим максимальным пиковым ускорением; вторая горизонтальная компонента; вертикальная компонента).

3.30 **конструктивная нелинейность:** Изменение расчетной схемы сооружения в процессе его нагружения, связанное с взаимными смещениями (например, раскрытием швов и трещин, проскальзыванием) отдельных частей сооружения и основания.

3.31 **контрольно-измерительная аппаратура;** КИА: Совокупность технических средств измерений (измерительных приборов, датчиков и др.) и вспомогательных устройств, предназначенных для контрольных натурных наблюдений и исследований состояния сооружения и основания.

3.32 **критерии безопасности гидротехнического сооружения:** Предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения, утвержденные в установленном порядке федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере безопасности гидротехнических сооружений.

3.33 **критерии состояния гидротехнического сооружения:**

- K_1 — первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность сооружения и его основания, а также пропускная способность водосбросных сооружений продолжают соответствовать условиям нормальной эксплуатации;
- K_2 — второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которых эксплуатация сооружения в проектных режимах недопустима.

3.34 **линейный временной динамический анализ; линейный динамический анализ:** Временной динамический анализ, при котором материалы сооружения и грунты основания принимаются линейно-упругими, а геометрическая и конструктивная нелинейность в поведении системы «сооружение-основание» отсутствует.

3.35 **максимальное пиковое ускорение, м/с^2:** Максимальное значение модуля ускорения за время землетрясения.

3.36 **максимальное расчетное землетрясение (МРЗ):** Максимальное за период повторяемости 10000 лет сейсмическое воздействие в зоне гидротехнического сооружения, макросейсмические последствия которого могут вызвать существенные повреждения и/или частичную потерю устойчивости сооружения, но не должны привести к его аварии.

3.37 **многофакторный анализ состояния гидротехнического сооружения:** Оценка прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности гидротехнического сооружения по результатам наблюдений его диагностических показателей и поверочных расчетов с использованием фактических действующих нагрузок и воздействий, физико-механических характеристик материалов, геометрических размеров, выявленных дефектов и/или повреждений сооружения.

3.38 **мониторинг окружающей среды:** Система наблюдений и контроля, проводимых регулярно по определенной программе, для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения.

3.39 **мониторинг технического состояния гидротехнических сооружений:** Система инструментальных и визуальных наблюдений за показателями работы и техническим состоянием сооружений, проявлением и развитием опасных техногенных и природных процессов и явлений, проводимых регулярно по определенной программе, в целях объективной оценки эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, своевременной разработки и проведения ремонтных мероприятий.

3.40 **надежность работы энергосистемы:** Способность энергосистемы обеспечивать бесперебойность энергоснабжения потребителей и поддержание в допустимых пределах показателей качества электрической энергии.

3.41 **напряженно-деформированное состояние (НДС) сооружения или основания:** Состояние объекта, характеризуемое контролируемыми уровнями значений напряжений и деформаций.

3.42 **нелинейный временной динамический анализ; нелинейный динамический анализ:** Временной динамический анализ, при котором учитывается зависимость механических характеристик материалов сооружения и грунтов основания от уровня напряжений и характера динамического воздействия, а также возможны геометрическая и конструктивная нелинейность в поведении системы «сооружение-основание».

3.43 **нормативная сейсмичность:** Сейсмичность района нахождения гидротехнического сооружения, определяемая для нормативных периодов повторяемости по картам ОСР—97.

3.44 **обвал:** Внезапное обрушение отчленившегося массива горных пород любого размера, происходящее с опрокидыванием, дроблением и быстрым скатыванием вниз по склону.

3.45 **общее сейсмическое районирование (ОСР):** Сейсмическое районирование территории Российской Федерации и ее регионов для средних грунтовых условий в масштабах 1:2500000 и 1:5000000; ОСР—97 — набор карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации для средних грунтовых условий и для средних периодов повторяемости в 500 лет (карта А), 1000 лет (карта В) , 5000 лет (карта С), 10000 лет (карта D).

3.46 **объект мониторинга:** Природный, техногенный или техноприродный объект или его часть, в пределах которых по определенной программе осуществляются регулярные наблюдения за состоянием объекта и окружающей средой в целях контроля и анализа происходящих в них процессов, предназначенных для прогнозирования их изменений и своевременного выявления опасных тенденций развития этих процессов.

3.47 **опасное геодинамическое явление:** Событие природного или техногенного происхождения или результат действия природных, техногенных и техногенно-индуцированных геодинамических процессов, которые могут вызвать чрезвычайную ситуацию в техноприродной системе.

3.48 **оползень:** Масса грунтов, сползших или сползающих по откосу или склону, или процесс смещения масс грунта по откосу или склону.

3.49 **основание гидротехнического сооружения:** Естественная или искусственносформированная грунтовая толща, находящаяся под подошвой сооружения или вмещающая его фундамент, водоупорные элементы и дренажные устройства.

3.50 **относительное движение:** Движение точек сооружения относительно основания во время землетрясения под влиянием сейсмических сил (нагрузок).

3.51 **переносное движение:** Совместное движение сооружения и основания во время землетрясения как единого недеформируемого целого с ускорениями (скоростями или смещениями) основания.

3.52 **площадка гидротехнического сооружения; площадка строительства:** Территория, на которой проектируется и/или размещается гидротехническое сооружение.

3.53 **портал:** П-образная конструкция, состоящая из двух или более стоек, перекрытых траверсой, к которой с помощью изоляторов крепится ошиновка в виде гибких проводов.

3.54 **проектное землетрясение (ПЗ):** Максимальное расчетное сейсмическое воздействие в зоне гидротехнического сооружения со средним периодом повторяемости 100 лет, которое не должно причинить данному сооружению каких-либо существенных повреждений и привести к остановке его функционирования.

3.55 **расчетная сейсмичность площадки:** Расчетная величина сейсмического воздействия для площадки гидротехнического сооружения, выраженная в баллах шкалы сейсмической интенсивности MSK-64 и определяемая для нормативных периодов повторяемости и реальных грунтовых и иных локальных условий с помощью сейсмического микрорайонирования.

3.56 **расчетные акселерограммы (РА):** Акселерограммы, моделирующие движения грунта в основании сооружения при расчетных землетрясениях.

3.57 **расчетные сейсмические воздействия:** Используемые в расчетах сейсмостойкости сооружений сейсмические воздействия, характеризуемые расчетными параметрами землетрясения; для гидротехнических сооружений приняты два уровня расчетных сейсмических воздействий (землетрясений): проектное землетрясение (ПЗ) и максимальное расчетное землетрясение (МРЗ).

3.58 **регламентные мероприятия по мониторингу:** Инженерные, технологические и/или организационные мероприятия, проводимые эксплуатирующей организацией, направленные на предотвращение или снижение негативных последствий опасных геодинамических явлений.

3.59 **режим функционирования геодинамического полигона:** Определенное сочетание параметров эксплуатации геодинамического полигона (его измерительной и информационно-коммуникационной систем), отвечающее текущей геодинамической обстановке и условиям эксплуатации гидротехнического сооружения. Выделяют функционирование в нормальном режиме, в режиме повышенной готовности при возможности возникновения чрезвычайной ситуации и чрезвычайной ситуации.

3.60 **резонансная характеристика грунта:** Совокупность характерных периодов (или частот), на которых достигается резонансное усиление колебаний основания при прохождении сейсмических волн.

3.61 **риск аварии:** Мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на гидротехническом сооружении и тяжесть ее последствий для здоровья, жизни людей, имущества и окружающей природной среды.

3.62 **сейсмическая опасность:** Вероятность проявления сейсмических воздействий определенной силы на заданной площади в течение заданного интервала времени.

3.63 **сейсмические (инерционные) силы; сейсмические нагрузки:** Силы (нагрузки), возникающие в системе «сооружение-основание» при колебаниях основания сооружения во время землетрясения; вычисляются с учетом интенсивности сейсмического воздействия и особенностей конструкции сооружения.

3.64 **сейсмический район:** Район с установленными и возможными очагами землетрясений, вызывающими на площадке строительства сейсмические воздействия интенсивностью 6 и более баллов.

3.65 **сейсмический риск:** Вероятность непревышения или превышения установленного уровня сейсмического воздействия либо вероятность социального и экономического ущерба, связанного с землетрясениями на заданной территории в течение определенного интервала времени.

3.66 **сейсмическое воздействие:** Движение грунта в основании инженерных сооружений во время землетрясения как результат прохождения сейсмических волн, излучаемых из очага землетрясения; официальные сведения о сейсмических воздействиях относятся к поверхности основания.

3.67 **сейсмическое микрорайонирование (СМР):** Определение сейсмичности площадки строительства для реальных грунтовых и/или иных локальных условий, влияющих на усиление или ослабление сейсмичности.

3.68 **сейсмическое районирование:** Определение сейсмичности рассматриваемых территорий для средних грунтовых условий с помощью комплекса сейсмологических, геологических и геофизических методов.

3.69 **сейсмичность территории:** Максимальная интенсивность сейсмических воздействий в баллах на рассматриваемой территории для принятого периода повторяемости землетрясения (в т.ч. площадки гидротехнического сооружения).

3.70 **сейсмичность; исходная сейсмичность:** Сейсмичность площадки гидротехнического сооружения, определяемая для нормативных периодов повторяемости и средних грунтовых условий с помощью детального сейсмического районирования (ДСР), уточнения исходной сейсмичности (УИС) или принятая равной нормативной сейсмичности.

3.71 **сейсмогенный разлом:** Тектонический разлом, являющийся возможным очагом землетрясения.

3.72 **сейсмостойкость оборудования:** Способность оборудования сохранять после расчетного землетрясения функции, предусмотренные проектом.

3.73 **сертификация сейсмостойкости изделий:** Определение соответствия конкретного изделия требованиям по сейсмостойкости, проводимое независимым от изготовителя и потребителя органом.

3.74 **скоростные характеристики грунта:** Скорости распространения сейсмических (продольных и поперечных) волн в грунтах оснований.

3.75 **спектр действия (реакции, ответа, отклика) однокомпонентной акселерограммы:** Функция, связывающая между собой максимальное по модулю ускорение одномассового линейного осциллятора и соответствующий этому ускорению период (либо частота) собственных колебаний того же осциллятора, основание которого движется по закону, определяемому данной акселерограммой.

3.76 **средние грунтовые условия:** Грунты II категории по сейсмическим свойствам.

3.77 **территория гидротехнического сооружения:** Территория в пределах границ землеотвода под гидротехническим сооружением в соответствии с земельным законодательством.

3.78 **техноприродная система (ТПС):** Сложно построенная структура, в которую в качестве взаимосвязанных элементов входят не только вмещающий гидротехническое сооружение блок геологической среды, но и само сооружение. В техноприродной системе геологическая среда и гидротехническое сооружение взаимно влияют и воздействуют друг на друга.

3.79 **уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Степень соответствия состояний гидротехнического сооружения и окружающей среды (техноприродной системы) установленным критериям безопасности, принятым с соблюдением норм проектирования, а квалификации эксплуатационного персонала и действий собственника (эксплуатирующей организации) — требованиям правил технической эксплуатации и законодательства Российской Федерации в области техногенной и экологической безопасности.

Примечания

1 Критическому уровню безопасности соответствует состояние гидротехнического сооружения, эксплуатация которого происходит в условиях развивающихся процессов снижения прочности и устойчивости элементов конструкции и основания, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности, характеризующих переход от неисправного к неработоспособному состоянию гидротехнического сооружения.

2 Неудовлетворительному уровню безопасности соответствует неисправное техническое состояние гидротехнического сооружения и основания, эксплуатация которых происходит в условиях снижения механической или фильтрационной прочности, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности для исправного состояния, других отклонений от проектного состояния, способных привести к возникновению аварии.

3 Нормальному уровню безопасности соответствует исправное техническое состояние гидротехнического сооружения и основания, а их эксплуатация осуществляется в соответствии с проектом и правилами эксплуатации без нарушения требований законодательства Российской Федерации, технических правил и норм.

4 Пониженному уровню безопасности соответствует нормальное (исправное) техническое состояние гидротехнического сооружения и основания, но собственник (эксплуатирующая организация) которого допускает нарушение правил технической эксплуатации, невыполнение первоочередных мероприятий или неполное выполнение предписаний федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по контролю и надзору в сфере безопасности гидротехнических сооружений.

3.80 **частотная (спектральная) характеристика грунта:** Отношение амплитуды колебаний на поверхности исследуемого грунта к амплитуде колебаний на поверхности грунта, принятого за эталонный, в зависимости от частоты сейсмических колебаний.

3.81 **чрезвычайная ситуация;** ЧС: Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате стихийных природных явлений или аварии гидротехнического сооружения, которая может повлечь или повлекла за собой человеческие жертвы, разрушение хозяйственных объектов, ущерб здоровью людей и/или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

3.82 **эксплуатирующая организация:** Организация, имеющая в собственности (хозяйственном ведении) имущество гидроэлектростанции или гидроаккумулирующей электростанции, осуществляющая в отношении этого имущества права и исполняющая обязанности, необходимые для ведения деятельности по безопасному производству электрической энергии в соответствии с законодательством Российской Федерации.

4 Обозначения и сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения и обозначения:

АЭ — акустическая эмиссия;

БД — база данных;

ВОЗ — возможные очаги землетрясений;

ВСФ — водоподпорное сооружение в составе напорного фронта;

ВЭЗ — вертикальное электрическое зондирование;

ВЭЗ ВП — вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации;

ВЭЗ МДС — вертикальное электрическое зондирование по методу двух составляющих;

ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;

ГРЛЗ — георадиолокационное зондирование;

ГТС — гидротехнические сооружения;

ГЭС — гидроэлектростанция;

ДСР — детальное сейсмическое районирование;

ДТ — динамическая теория сейсмостойкости;

ЕП — метод естественного электрического поля;

ИОЦ — информационно-обрабатывающий центр;

КИА — контрольно-измерительная аппаратура;

КМПВ — корреляционный метод преломленных волн;

КРУЭ — комплектное распределительное устройство элегазовое;

ЛСТ — линейно-спектральная теория сейсмостойкости;

МЗТ — метод заряженного тела;

МРЗ -— максимальное расчетное землетрясение;

НПУ — нормальный подпорный уровень;

НДС — напряженно-деформированное состояние;

ОРУ — открытое распределительное устройство;

ОСР — общее сейсмическое районирование;

ПЗ — проектное землетрясение;

ПС — электрическая подстанция;

РЗМ — резистивиметрия;

РУ — распределительное устройство;

СМР — сейсмическое микрорайонирование;

ТПС — технноприродная система;

ТМ — термометрия;

УЗК — ультразвуковой каротаж;

УИС — уточнения исходной сейсмичности;

УМО — уровень мертвого объема;

ЧС — чрезвычайная ситуация;

ЭП — электропрофилирование;

ЭТО — электротехническое оборудование;

a — ускорение колебаний грунта, см/с^2;

a_i — расчетное максимальное ускорение, м/с^2;

$I^р$ — расчетная сейсмичность площадки строительства;

I — интенсивность землетрясений, баллы;

$T_{0,5}^{МРЗ}$; $T_{0,3}^{МРЗ}$ — преобладающий период колебаний при максимальном расчетном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью соответственно $\tau_{0,5}^{МРЗ}$; $\tau_{0,3}^{МРЗ}$, с;

$T_{0,5}^{ПЗ}$; $T_{0,3}^{ПЗ}$ — преобладающий период колебаний при проектном землетрясении для фазы сейсмических колебаний длительностью соответственно $\tau_{0,5}^{ПЗ}$; $\tau_{0,3}^{ПЗ}$, с;

$\tau^{МРЗ}$ — общая длительность сейсмических колебаний при максимальном расчетном землетрясении, с;

$\tau^{ПЗ}$ — общая длительность сейсмических колебаний при проектном землетрясении, с;

$\tau_{0,5}^{МРЗ}$; $\tau_{0,3}^{МРЗ}$ — длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой величины пиковых ускорений при максимальном расчетном землетрясении достигают значений соответственно $\geq 0,5a_п^{ПЗ}$ и $\geq 0,3a_п^{ПЗ}$, с;

$\tau_{0,5}^{ПЗ}$; $\tau_{0,3}^{ПЗ}$ — длительность фазы сейсмических колебаний основания, в течение которой величины пиковых ускорений при проектном землетрясении достигают значений соответственно $\geq 0,5a_п^{ПЗ}$ и $\geq 0,3a_п^{ПЗ}$, с;

ζ — относительное демпфирование;

ω_i — собственная частота, Гц;

K_I — поправочный коэффициент.

5 Нормы и требования к проектированию гидротехнических сооружений в сейсмических районах

5.1 Общие положения

5.1.1 Процессы инициации, проектирования и строительства ГТС должны осуществляться в соответствии с требованиями [1] и [2].

При проектировании ГТС, размещаемых в районах с нормативной сейсмичностью, равной 6 баллам и более по сейсмической шкале MSK-64, дополнительно должны выполняться требования в соответствии с СП 14.13330 и СП 58.13330. Кроме того, указанные требования следует выполнять при строительстве, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, обследовании, проведении испытаний, декларировании безопасности, реконструкции, восстановлении, консервации и ликвидации ГТС.

5.1.2 При определении нормативной сейсмичности надлежит использовать следующие карты общего сейсмического районирования (ОСР—97):

- карта С — для ВСФ I и II классов — при расчете этих сооружений на максимальное расчетное землетрясение (МРЗ);
- карта А — для всех сооружений — при расчете их на проектное землетрясение (ПЗ).

5.1.3 Для обеспечения сейсмостойкости проектируемых, строящихся и эксплуатируемых ГТС требуются:

- проведение на стадии проектирования комплекса специальных исследований для установления исходной и расчетной сейсмичности площадки строительства, определения расчетных сейсмических воздействий, получения набора сейсмических расчетных воздействий;
- выполнение комплекса расчетов, а при необходимости и испытаний по оценке прочности и устойчивости сооружений и их элементов с учетом динамического взаимодействия сооружений с водой и грунтом;
- применение конструктивных решений и материалов, повышающих сейсмостойкость сооружений;
- включение в проекты особо ответственных сооружений специального раздела о проведении в процессе эксплуатации сооружения слежения за опасными геодинамическими явлениями, в т. ч. землетрясениями;
- периодическое обследование состояния ГТС и их оснований, в т. ч. после каждого перенесенного землетрясения силой 5 баллов и более.

5.1.4 ГТС должны воспринимать ПЗ без угрозы для жизни и здоровья людей и с сохранением своей ремонтопригодности (для ВСФ − при любом предусмотренном правилами эксплуатации уровне

верхнего бьефа); остаточные смещения, деформации, трещины и иные повреждения не должны нарушать нормальную эксплуатацию объекта.

5.1.5 ВСФ I и II классов должны обладать способностью воспринимать МРЗ без угрозы собственного разрушения или прорыва напорного фронта. При этом допускаются любые иные повреждения сооружения и его основания, в т.ч. нарушающие нормальную эксплуатацию объекта.

5.2 Определение нормативной, исходной и расчетной сейсмичности

5.2.1 Исходная сейсмичность площадки ВСФ определяется для ПЗ и МРЗ методами детального сейсмического районирования (ДСР) или уточнения исходной сейсмичности (УИС); сейсмотектоническая модель сейсмического района расположения объекта должна включать карту и характеристики основных зон возможных очагов землетрясений (ВОЗ).

Исходную сейсмичность остальных ГТС для ПЗ допускается определять по карте А ОСР—97.

В случаях, когда нормативная сейсмичность района на соответствующих картах ОСР—97 превышает 9 баллов, исходная сейсмичность площадки строительства независимо от вида и класса ГТС должна определяться на основе ДСР или УИС.

5.2.2 Расчетная сейсмичность площадки ВСФ I и II класса определяется для ПЗ и МРЗ инструментальными и расчетными методами сейсмического микрорайонирования (СМР).

Расчетные сейсмичность площадки и сейсмичность остальных ГТС определяются согласно СП 14.13330.

Категория грунта и его физико-механические и сейсмические характеристики должны быть определены с учетом возможных техногенных изменений свойств грунтов в процессе строительства и эксплуатации сооружения.

В случае, если расчетная сейсмичность площадки определяется методами СМР, дополнительно должны быть установлены скоростные, частотные и резонансные характеристики грунта основания сооружения.

Примечания

1 В случае, если площадки ГТС сложены грунтами, по своему составу занимающими промежуточное положение между грунтами I и II или II и III категорий (например, основание ГТС представлено слоистыми грунтами), дополнительно к категориям грунта, указанным в таблице 1, допускается введение категорий I — II и II — III соответственно. При этом расчетная сейсмичность площадки при грунтах I — II категории принимается как при грунтах II категории, а при грунтах II — III категории — как при грунтах III категории.

2 На период нахождения водохранилища в опорожненном состоянии (например, в строительный или ремонтный периоды) расчетную сейсмичность площадки водоподпорных сооружений при соответствующем обосновании допускается понижать на 1 балл.

3 Для объектов повышенного уровня ответственности зданий и сооружений, строящихся в районах с сейсмичностью 6 баллов на площадках строительства с грунтами категории III по сейсмическим свойствам, в соответствии с СП 14.13330 расчетную сейсмичность следует принимать равной 7 баллам.

Таблица 1 – Расчетная сейсмичность площадки сооружения

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Расчетная сейсмичность площадки сооружения при исходной сейсмичности площадки, баллы				
		6	7	8	9	10
I	Скальные грунты всех видов (в т.ч. многолетнемерзлые в мерзлом и талом состояниях) невыветрелые и слабовыветрелые; крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород, содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя; выветрелые и сильновыветрелые скальные и нескальные твердомерзлые (многолетнемерзлые) грунты при температуре минус 2 °С и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)	—	—	7	8	9

Окончание таблицы 1

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Грунты	Расчетная сейсмичность площадки сооружения при исходной сейсмичности площадки, баллы				
		6	7	8	9	10
II	Скальные грунты выветрелые и сильновыветрелые, в т.ч. многолетнемерзлые, кроме отнесенных к I категории; крупнообломочные грунты, за исключением отнесенных к I категории; пески гравелистые, крупные и средней крупности, плотные и средней плотности маловлажные и влажные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности маловлажные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_l \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e < 0,9$ — для глин и суглинков и $e < 0,7$ — для супесей; многолетнемерзлые нескальные грунты пластично-мерзлые или сыпучемерзлые, а также твердомерзлые при температуре выше минус 2°С при строительстве и эксплуатации по принципу I	—	7	8	9	>9
III	Пески рыхлые независимо от степени влажности и крупности; пески гравелистые, крупные и средней крупности плотные и средней плотности водонасыщенные; пески мелкие и пылеватые плотные и средней плотности влажные и водонасыщенные; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_l > 0,5$; пылевато-глинистые грунты с показателем текучести $I_l \leq 0,5$ при коэффициенте пористости $e \geq 0,9$ – для глин и суглинков и $e \geq 0,7$ — для супесей; многолетнемерзлые нескальные грунты при строительстве и эксплуатации по принципу II (допущение оттаивания грунтов основания)	7	8	9	>9	>9

5.2.3 На стадии инициации при выборе площадки ГТС исходную сейсмичность допускается определять по картам А и С ОСР—97 (для ПЗ и МРЗ соответственно), а расчетную сейсмичность — по таблице 1 (в соответствии с СП 14.13330) на основании результатов инженерно-геологических изысканий.

5.2.4 Строительство ГТС на площадках с расчетной сейсмичностью 9 баллов при наличии грунтов III категории по сейсмическим свойствам требует специального обоснования с учетом требований СП 14.13330 и СП 58.13330.

Строительство ГТС на площадках с расчетной сейсмичностью более 9 баллов допускается только по согласованию с федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке и реализации государственной политики в сфере строительства.

5.3 Учет сейсмических воздействий и определение их характеристик

5.3.1 Сейсмические воздействия учитываются в тех случаях, когда величина расчетной сейсмичности площадки строительства составляет 7 баллов и более.

Сейсмические воздействия включаются в состав особых сочетаний нагрузок и воздействий.

5.3.2 Значение периода повторяемости проектного землетрясения принимается с соответствующим обоснованием в диапазоне от назначенного срока службы сооружения до 500 лет, но не менее 100 лет.

Значение периода повторяемости максимального расчетного землетрясения принимается равным 10000 лет; при соответствующем обосновании значение допускается принимать в диапазоне от 5000 до 10000 лет.

5.3.3 Расчет сейсмических воздействий должен осуществляться в соответствии с требованиями 5.4.

Для ВСФ I или II класса должны быть установлены расположение и характеристики основных зон ВОЗ сейсмического района, включая параметры сейсмических воздействий и направление подхода к сооружению сейсмических волн из расположенных в указанных зонах очагов землетрясений.

На основании проведенных исследований для площадки ГТС должны быть установлены величины максимальных пиковых ускорений основания при ПЗ и МРЗ (с обеспеченностью не менее 50 %).

Расчетные сейсмические воздействия допускается моделировать расчетными акселерограммами (РА), масштабированными при необходимости по величинам максимальных пиковых ускорений основания при ПЗ и МРЗ.

Расчетные акселерограммы должны быть подобраны с учетом данных о скоростных, частотных и резонансных характеристиках грунтов, залегающих в основании сооружения. Непосредственно для расчетов задаются компоненты расчетной акселерограммы.

Должны быть использованы следующие характеристики РА:

- из числа записей, произведенных на площадке или в районе сооружения;
- аналоговые из числа записей, сделанных в районах, сходных с районом площадки строительства по сейсмотектоническим, геологическим и др. сейсмологическим условиям;
- синтезированные, сформированные в соответствии с приведенными в настоящем стандарте расчетными параметрами сейсмического воздействия соответственно для ПЗ и МРЗ;
- общая длительность сейсмических колебаний $\tau^{ПЗ}$ или $\tau^{МРЗ}$;
- длительность фазы сейсмических колебаний основания ${\tau_{0,5}}^{ПЗ}$ (${\tau_{0,3}}^{ПЗ}$) или ${\tau_{0,5}}^{МРЗ}$ (${\tau_{0,3}}^{МРЗ}$);
- период колебаний с максимальным пиковым ускорением ${T^{ПЗ}}_{макс}$ или ${T^{МРЗ}}_{макс}$;
- преобладающий период колебаний ${T_{0,5}}^{ПЗ}$ (${T_{0,3}}^{ПЗ}$) или ${T_{0,5}}^{МРЗ}$ (${T_{0,3}}^{МРЗ}$).

При этом спектр действия синтезированной акселерограммы не должен быть ниже огибающей спектров действия отобранных аналоговых акселерограмм во всем диапазоне учитываемых частот сейсмических колебаний.

Приведенные параметры задаются в виде своих компонент.

Примечание – Объем и состав сейсмологических исследований окончательно устанавливаются генеральным проектировщиком и согласовываются с заказчиком.

5.3.4 В расчетах ГТС и их оснований должны быть учтены следующие сейсмические нагрузки:

- распределенные по объему сооружения и его основания, а также боковых засыпок и наносов инерционные силы;
- распределенное по поверхности контакта сооружения с водой гидродинамическое давление, вызванное инерционным влиянием колеблющейся с сооружением части жидкости;
- гидродинамическое давление, вызванное возникшими при землетрясении волнами на поверхности водоема.

В необходимых случаях должны быть учтены взаимные подвижки блоков в основании сооружения, вызванные прохождением сейсмической волны.

Также подлежат учету возможные последствия связанных с землетрясениями явлений, таких как:

- смещения по тектоническим разломам;
- проседание грунта;
- обвалы и оползни;
- разжижение грунта.

Отказ от учета инерционных свойств основания должен быть обоснован.

5.4 Расчеты гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия

5.4.1 Расчеты гидротехнических сооружений на сейсмические воздействия в зависимости от вида и класса сооружения, а также уровня расчетного землетрясения (ПЗ или МРЗ) необходимо производить в соответствии с требованиями СП 14.13330 (подраздел 8.2).

5.4.2 Размещение ГТС и используемые конструктивные материалы должны соответствовать СП 14.13330 (гидрораздел 8.3).

5.5 Мероприятия по повышению сейсмостойкости гидротехнического сооружения и минимизации ущерба от его повреждений при землетрясении

5.5.1 При необходимости размещения сооружений на участке тектонического разлома основные сооружения гидроузла (плотины, здания ГЭС, водосбросы) следует размещать на едином структурно-тектоническом блоке, в пределах которого исключена возможность взаимных подвижек частей сооружения.

При невозможности исключения взаимных подвижек частей сооружения в проекте должны быть разработаны специальные конструктивные мероприятия, позволяющие воспринять дифференцированные подвижки без ущерба для безопасности сооружения.

5.5.2 Строительство водоподпорных и др. сооружений, входящих в состав напорного фронта, на оползнеопасных участках допускается только при осуществлении мероприятий, исключающих образование оползневых деформаций в основании сооружения и береговых склонах в створе гидротехнического сооружения.

5.5.3 При возможности нарушения устойчивости гидротехнического сооружения, а также развития чрезмерных деформаций в основании и теле гидротехнического сооружения вследствие разжижения и др. деструктивных изменений состояния грунтов в основании или теле сооружения под влиянием сейсмических воздействий следует предусмотреть искусственное уплотнение или укрепление этих грунтов.

5.5.4 Для каменно-земляных плотин в сейсмических районах с верховой стороны ядер и экранов следует предусматривать устройство фильтров (переходных слоев). При этом подбор состава первого слоя фильтра должен обеспечивать кольматацию (самозалечивание) трещин, которые могут образоваться в противофильтрационном элементе при землетрясении.

5.5.5 Верховые водонасыщенные призмы плотин из грунтовых материалов следует проектировать из крупнозернистых грунтов с повышенными коэффициентами неоднородности и фильтрации (каменная наброска, гравелистые, галечниковые грунты и др.).

5.5.6 В целях повышения устойчивости верховой упорной призмы плотин из грунтовых материалов с ядрами или диафрагмами при сейсмических воздействиях должны быть разработаны мероприятия, обеспечивающие снижение избыточного порового давления в грунтах.

5.5.7 При размещении оборудования, устройстве транспортных коммуникаций и монтажных проемов в агрегатных блоках и блоке монтажной площадки рекомендуется предусмотреть возможность доставки оборудования к месту установки по различным маршрутам.

5.5.8 В зоне каждого агрегата между отметками машинного зала, генераторным и турбинным помещениями должны быть предусмотрены лестницы, обеспечивающие персоналу удобный и быстрый доступ к устройствам ручного управления агрегатом, а также осмотру агрегата и его вспомогательных систем.

5.5.9 При использовании монтажной площадки здания электростанции для ремонта блочных трансформаторов и автотрансформаторов связи должны быть предусмотрены места размещения высоковольтных вводов и колокола, а также устройства для их раскрепления.

5.5.10 При установке высоковольтных аппаратов (разъединителей, разрядников и др.) на площадке блочных трансформаторов выше их должны быть приняты меры, исключающие повреждения блочных трансформаторов при разрушении от сейсмических воздействий аппаратов, установленных выше.

5.5.11 В местах камнепада, возможного при землетрясении, установка оборудования не допускается. В случае обоснованной необходимости такого размещения оборудование должно иметь специальную защиту от камнепада.

5.5.12 Хранение ремонтных затворов в рабочих пазах не допускается.

5.5.13 В местах постоянного хранения затворов, сороудерживающих решеток, траверс и др. крупногабаритного оборудования необходимо предусмотреть специальное раскрепление этого оборудования, препятствующее его перемещению или падению во время сейсмического воздействия.

5.5.14 Для распределительных устройств 110 кВ и выше в сейсмических районах с интенсивностью землетрясений 8 — 9 баллов рекомендуется применять КРУЭ.

В районах с сейсмичностью 6 — 7 баллов КРУЭ рекомендуется применять для ГЭС и ГАЭС установленной мощностью 300 МВт и более, а также для ГЭС, работающих в изолированных энергосистемах.

5.5.15 На ОРУ 110 кВ и выше в районах с сейсмичностью от 7 до 9 баллов рекомендуется:

- применять сейсмодемпфирующие и сейсмоизолирующие устройства, снижающие резонансные колебания высоковольтного оборудования;
- при возможности выбора применять ЭТО, имеющее наименьшую высоту;
- ограничить применение опорной изоляции под шины;
- соединения высоковольтных аппаратов выполнять гибкой ошиновкой; ошиновку вводов низшего напряжения трансформаторов и автотрансформаторов также необходимо выполнять гибкими связями или снабжать компенсаторами.

Кроме того, в районах с сейсмичностью от 7 до 9 баллов при установке высоковольтного аппарата на нескольких стойках на ОРУ 110 кВ и выше стойки должны быть жестко связаны между собой.

Установка трансформаторов напряжением 35 кВ и выше должна предотвращать смещения трансформатора в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Разработка способа крепления трансформатора к фундаменту, создание и поставка деталей крепления должны быть осуществлены изготовителем трансформатора.

Токопроводы, а также экраны токопроводов всех напряжений в местах присоединения к трансформаторам и аппаратам, а также в местах изменения трассы должны быть оснащены компенсаторами.

5.5.16 Аккумуляторные батареи необходимо применять закрытого типа и в сейсмостойком исполнении с установкой их на сейсмоизолирующих конструкциях. Крепление банок на стеллажах должно исключать их смещение и опрокидывание во время землетрясения, соединения элементов должны быть выполнены с помощью гибкого провода.

5.5.17 Хранение емкостей с кислотой и электролитом должно быть предусмотрено в таре с креплением, исключающим ее перемещение и опрокидывание.

5.5.18 В целях усиления опорных железобетонных стоек рекомендуется использовать наружные антисейсмические пояса из фасонных прокатных профилей.

Для усиления опорных конструкций выключателей, высокочастотных заградителей, измерительных трансформаторов тока и напряжения рекомендуется объединять отдельные опорные рамы в единую конструкцию, используя наружные накладки из фасонного или листового проката.

5.5.19 При проведении реконструкции, расширении и новом строительстве рекомендуется использовать:

- облегченные предварительнонапряженные железобетонные стойки или железобетонные сваи;
- железобетонные свайные фундаменты под порталы;
- фундаменты для безрельсовой установки трансформаторов.

5.5.20 Для электростанций в районах с интенсивностью землетрясений 8—9 баллов следует предусматривать резервное электроснабжение собственных нужд. При использовании в этих целях дизель-генератора его мощность должна быть рассчитана на:

- запуск одного агрегата, к которому присоединен трансформатор собственных нужд;
- аварийное освещение;
- других потребителей в зависимости от местных условий.

6 Условия создания системы геодинамического мониторинга (геодинамического полигона)

6.1 Общие положения

6.1.1 При создании геодинамического полигона должны быть решены следующие основные задачи:

- определен комплекс задач геодинамического мониторинга на ГТС и осуществлена их постановка;
- запроектирована система геодинамического мониторинга (геодинамического полигона) ГТС;
- организованы эксплуатация полигона, включая проведение режимных наблюдений, и обслуживание системы геодинамического мониторинга (геодинамического полигона) ГТС;
- определена система сбора, хранения, обработки и анализа данных геодинамического мониторинга;
- выработаны методы и правила оценки геодинамической (в т.ч. сейсмической) обстановки, включая выявление потенциально опасных геодинамических процессов и явлений в соответствии с приложением А.

6.1.2 Системы геодинамического мониторинга (геодинамические полигоны) следует создавать на ГТС I класса, расположенных в районах с сейсмичностью 7 баллов и выше, и на ГТС II класса, расположенных в районах с сейсмичностью 8 баллов и выше. Сейсмичность района расположения ГТС определяется по шкале сейсмической интенсивности согласно приложению Б.

Создание и ввод в эксплуатацию геодинамических полигонов на ГТС должны быть обеспечены в период их строительства. На законченных строительством и введенных в эксплуатацию ГТС I и II классов, расположенных в районах с указанной выше сейсмичностью, геодинамические полигоны должны быть созданы на стадии эксплуатации.

6.1.3 К основным геодинамическим процессам, вызывающим геодинамические явления, представляющие потенциальную опасность для ГТС в зонах с высокой сейсмической активностью, в соответствии с приложением А относятся:

- тектонические движения земной коры;
- сильные тектонические и наведенные землетрясения, а также связанные с ними сейсмодислокации и разжижение грунтов;
- вулканические извержения;
- оползни, обвалы, осыпи, камнепады, сели;
- переработка берегов водохранилищ, русловые и гидрогеодинамические процессы;

- карст, суффозия, просадки;

- термокарст.

6.1.4 Основными задачами геодинамического мониторинга гидротехнических сооружений являются:

- определение области влияния объекта на геологическую среду;

- выполнение режимных наблюдений, сбор данных наблюдений об изменении контролируемых диагностических параметров, о динамике природных и техногенных геодинамических процессов;

- выявление блоков (элементов) ГТС и участков геологической среды, наиболее активно реагирующих на природные и техногенные воздействия;

- установление причин изменения свойств и состояния ТПС — геологической среды в области влияния ГТС и непосредственно самих сооружений — и изучение механизмов влияния сооружений на геологическую среду и среды на сооружения;

- контроль за напряженно-деформированным состоянием (НДС) ТПС;

- прогнозирование развития геодинамических процессов и опасных геодинамических явлений, в т.ч. землетрясений, опасных для сооружения;

- разработка рекомендаций по предотвращению или снижению ущерба, связанного с геодинамическими явлениями;

- контроль эффективности инженерно-технологических мероприятий, направленных на предотвращение или ликвидацию последствий опасных геодинамических процессов и явлений.

6.1.5 Конечным результатом геодинамического мониторинга должно стать своевременное обоснование управленческих решений, разработанное на основе многофакторного анализа состояния ТПС, по предотвращению или ликвидации последствий опасных (приводящих к аварии либо катастрофе) геодинамических явлений и рекомендаций по безопасной эксплуатации ГТС.

6.1.6 В проектах водоподпорных сооружений I и II классов при расчетной сейсмичности площадки строительства для ПЗ 7 баллов и выше, а также при возможности опасных проявлений других геодинамических процессов (современных тектонических движений, оползней, резких изменений напряженно-деформированного состояния или гидрогеологического режима верхних частей вмещающей геологической среды и др.) следует предусматривать создание комплексной системы геодинамического мониторинга, включающей:

- сейсмологический мониторинг за естественными и техногенными землетрясениями на участке плотины и в зоне водохранилища;

- инженерно-сейсмометрический мониторинг на сооружениях и береговых примыканиях;

- геофизический мониторинг физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния сооружения и основания, а также района расположения гидроузла;

- геодезический мониторинг деформационных процессов, происходящих в сооружении и его основании, а также земной поверхности в районе водохранилища;

- тестовые динамические испытания сооружения;

- проведение поверочных расчетов сейсмостойкости и оценка сейсмического риска в случае изменения сейсмических условий площадки строительства, свойств основания и сооружения во время эксплуатации;

- систему регламентных мероприятий, осуществляемых персоналом действующего ГТС, по предотвращению либо снижению негативного влияния опасных геодинамических процессов и явлений в период эксплуатации.

Конкретный состав и методы наблюдений и исследований должны быть разработаны специализированной проектной или исследовательской организацией. Примерный состав геодинамических наблюдений и периодичность замеров в зависимости от характеристики объекта мониторинга и активности геодинамических процессов приведен в приложении В.

Геодинамический мониторинг должен проводиться комплексно и охватывать период от начала строительства до конца эксплуатации ГТС.

6.1.7 Сейсмологический мониторинг должен проводиться для оперативного слежения за сейсмическим режимом и его изменением во времени. Специальной задачей исследований является выявление взаимосвязи сейсмичности района с режимом эксплуатации водохранилища.

Проект сейсмологического мониторинга должен быть разработан с учетом расположения основных сейсмогенерирующих зон, величин максимально возможных магнитуд ожидаемых землетрясений, а также возможных изменений сейсмического фона за весь период наблюдений.

Для проведения сейсмологических наблюдений в головной части водохранилища должна быть размещена сеть высокочувствительных сейсмологических станций. Минимальное число станций в сети — четыре (по условию определения не только эпицентра, но и глубины очага землетрясения).

Одна из сейсмостанций локальной сети должна быть опорной и помимо сейсмологической аппаратуры должна иметь комплексы региональной сейсмологической и сейсмометрической аппаратуры.

6.1.8 Инженерно-сейсмометрический мониторинг должен обеспечивать получение оперативной информации о реакции сооружения на сейсмические воздействия.

Наблюдения должны проводиться в специально выбранных точках сооружения, оборудованных сейсмометрическими пунктами наблюдений, которые должны быть оснащены автоматизированными приборными комплексами, позволяющими регистрировать смещения, скорости и ускорения сооружения и береговых примыканий при сейсмических воздействиях.

Схема размещения сейсмометрических пунктов наблюдений должна быть разработана на основе результатов динамических расчетов сооружения, а также опыта натурных и модельных исследований. В зависимости от конструкции водоподпорного сооружения в его теле должно быть развернуто от 3—5 до 10—15 пунктов, в опорном контуре сооружения — до 6—8 пунктов наблюдения. Один комплект аппаратуры с трехкомпонентной регистрацией должен быть размещен на опорной сейсмологической станции.

До начала строительных работ инженерно-сейсмометрические наблюдения должны выполняться по контуру будущей плотины в целях уточнения каньонного эффекта.

6.1.9 Геофизический мониторинг проводится в целях контроля за изменением во времени физико-механических свойств и НДС плотины и основания на различных масштабных уровнях.

Геофизический мониторинг должен проводиться по специальной программе, предусматривающей проведение регулярных, с установленной проектом периодичностью, повторных сейсмических, ультразвуковых и др. исследований.

Сеть пунктов, предназначенных для проведения геофизических исследований, должна быть развернута на участке расположения основных сооружений гидроузла и в зоне водохранилища. Места непосредственного размещения пунктов должны быть определены специализированными проектными и научно-исследовательскими организациями с учетом инженерно-геологических и сейсмотектонических условий района.

6.1.10 На водоподпорных сооружениях, приведенных в 6.1.6, при сдаче их в эксплуатацию, а затем через каждые 5 лет следует проводить силами специализированных организаций тестовые испытания по определению динамических характеристик этих сооружений (динамическое тестирование) с составлением динамических паспортов.

В процессе динамического тестирования должны быть определены собственные частоты и формы колебаний, затухание по формам, амплитудно-частотные характеристики динамической податливости.

Для возбуждения колебаний могут быть использованы следующие естественные и искусственные источники:

- фоновые колебания сооружения, связанные с режимной работой гидроагрегатов;
- специальные пуски и остановки гидроагрегатов для проведения динамических исследований;
- микросейсмы;
- воздействие специальной тестирующей вибромашины.

Динамические характеристики сооружения устанавливают при НПУ и при УМО воды в водохранилище.

6.1.11 Все текущие данные геодинамического мониторинга должны поступать в специальный банк данных для совместной обработки и интерпретации. Данные об изменении геодинамической обстановки должны поступать в специальный банк данных и анализироваться в режиме, близком к реальному масштабу времени.

6.1.12 Все ГТС независимо от их назначения, класса, конструкции и материала изготовления должны быть обследованы после каждого сейсмического воздействия интенсивностью 5 баллов и выше. При этом должны быть оперативно проанализированы показания всех видов КИА, установленной в сооружении, а также проведен осмотр сооружения. На основании установленных фактов должна быть проведена экспертная и расчетная оценка прочности, устойчивости и эксплуатационных качеств сооружения.

Осмотр сооружения и аналогичная оценка его состояния (прочности, устойчивости и эксплуатационных качеств) должны производиться и в случае отсутствия в сооружении установленной КИА.

При осмотре сооружения надлежит зафиксировать наряду с другими возможными проявлениями перенесенного сооружением землетрясения наличие или отсутствие в сооружении повреждений в виде трещин и раскрытия швов бетонных сооружений и остаточных деформаций грунтовых сооружений и насыпей.

При наличии видимых повреждений, способных привести к аварии, следует оперативно оценить возникшую опасность и при необходимости оповестить о ней административные органы и федераль-

ный орган исполнительной власти, уполномоченный на организацию работы по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

6.2 Проектирование геодинамического полигона

6.2.1 Исходная информация

6.2.1.1 Проведение инженерно-геологических изысканий должно обеспечивать получение необходимых данных об инженерно-геологических условиях в области влияния ГТС на геологическую среду, являющуюся его основанием или его вмещающую, включая информацию о:

- геологическом строении;
- составе, состоянии и физико-механических свойствах массива и грунтов основания;
- сейсмотектонических условиях;
- гидрогеологических условиях;
- геодинамических, включая сейсмические, и инженерно-геологических процессах.

6.2.1.2 Должна быть представлена проектно-конструкторская документация о ГТС, включающая в себя информацию о конструкции сооружения, графике его строительства, технологии строительных работ, его наиболее ответственных и потенциально неустойчивых к внешним воздействиям блоках (элементах), заданных физико-механических свойствах строительных и конструкционных материалов, проектных и действующих контрольно-измерительных системах и КИА.

6.2.1.3 При создании геодинамического полигона на действующих ГТС эксплуатирующая организация должна в установленном законодательством Российской Федерации порядке представить информацию о последовательности и технологии выполнения строительных работ, примененных строительных и конструкционных материалах, данные о натурных наблюдениях за весь период строительства и эксплуатации ГТС, который предшествовал организации геодинамического полигона, а также сведения о зарегистрированных в период строительства и эксплуатации ГТС опасных геодинамических явлениях.

6.2.1.4 На территории проектируемого геодинамического полигона должны быть проведены предварительные исследования в целях детального изучения геологической среды и состояния ГТС.

В состав работ по предварительному исследованию должны быть включены:

- обобщение и анализ данных натурных наблюдений, геолого-геофизических, гидрогеологических, геодезических и др. исследований, проведенных на стадии изысканий, а также изучение литературных источников;
- визуальное инженерно-геологическое обследование сооружений, их оснований и прилегающей к ГТС территории;
- геофизические и геомеханические исследования физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния ТПС;
- поверочные расчеты сейсмостойкости и устойчивости ГТС при внешних природных и техногенных воздействиях.

6.2.2 Типовые требования к проекту геодинамического полигона

6.2.2.1 В проекте геодинамического полигона должны быть определены задачи, структура и состав наблюдений, средства и методики измерений, средства коммуникации, сбора, хранения и обработки данных, регламент и форматы представления данных и режимы функционирования геодинамического полигона. Основные режимы функционирования геодинамического полигона определяются в соответствии с приложением Г.

6.2.2.2 В проекте геодинамического полигона должны быть установлены:

- опасные для ГТС геодинамические процессы и явления;
- расчетные и нормативные критериальные показатели ГТС, которые в случае необходимости должны быть в дальнейшем скорректированы по данным геодинамического мониторинга;
- наличие (отсутствие) и расположение потенциально опасных блоков (элементов) сооружения и участков основания;
- структура геодинамического полигона;
- состав методов наблюдений и диагностические показатели;
- схема размещения пунктов наблюдений (измерений и регистрации);
- аппаратура и оборудование полигона (типы и количество измерительных датчиков, регистрирующей аппаратуры и вспомогательных устройств);
- схема коммуникаций (связи между пунктами измерений, регистрации и сбора информации);
- методики и периодичность проведения каждого вида наблюдений;
- форматы сбора данных;

- система хранения данных;
- программные средства обработки данных;
- регламент и форматы представления данных;
- регламент прогнозирования геодинамической обстановки;
- основные режимы функционирования полигона;
- сценарии развития возможной ЧС;
- порядок разработки корректирующих действий.

6.2.3 Типовая структура геодинамического полигона

В составе геодинамического полигона следует создать измерительную и информационно-коммуникационную системы.

6.2.3.1 При помощи измерительной (наблюдательной) системы должен осуществляться сбор достоверных экспериментальных данных (первичной информации) о текущем состоянии ТПС в режиме реального времени.

Состав основных технических и программных средств систем мониторинга согласно СП 58.13330.

В состав измерительной (наблюдательной) системы должны входить:

- датчики, фиксирующие те или иные характеристики среды, а также специально оборудованные места установки датчиков;
- регистрирующая аппаратура;
- кабельные коммуникации либо иные линии связи между датчиками и регистрирующей аппаратурой.

Измерительная система должна охватывать все сооружение и его основание.

Размещение датчиков следует осуществлять сообразно с особенностями геологического строения и гидрогеологических условий. Размещение датчиков должно определяться расположением, типом и конструкцией сооружения, величиной напора и др. факторами. Пункты наблюдений (измерений) обязательно должны быть размещены на указанных в проекте геодинамического полигона потенциально опасных блоках (элементах) сооружения и участках основания и должны иметь планово-высотную привязку к опорной геодезической сети. В измерительной системе должна быть использована наблюдательная сеть, созданная на стадии изысканий (скважины, шурфы, штольни, шахты и др.).

6.2.3.2 При помощи информационно-коммуникационной системы должны выполняться передача, обработка, хранение и анализ информации. В ее состав должны быть включены ИОЦ, внутренняя и внешняя подсистемы связи. Структуру информационно-коммуникационной системы следует определять в зависимости от аппаратурного состава измерительной системы, объема собираемой первичной информации, режима информационного обмена внутри системы и с внешними пользователями.

6.2.4 Типовой состав наблюдений

На геодинамическом полигоне должны проводиться следующие основные виды наблюдений и испытаний:

- инженерно-сейсмологические наблюдения для контроля за сейсмическим режимом (количеством и энергией сейсмических событий, распределением их эпицентров во времени и в пространстве) – сейсмологический мониторинг;
- геофизический мониторинг физико-механических свойств и напряженно-деформированного состояния;
- геодезический мониторинг деформационных процессов, происходящих в сооружении и его основании, а также в зоне ложа водохранилища и в нижнем бьефе;
- специальные гидрогеологические наблюдения за геофильтрационным режимом ТПС и гидрогеодинамическими процессами;
- специальные виды геомеханических испытаний;
- инженерно-сейсмометрические наблюдения за параметрами колебаний сооружения и основания, вызванных местными землетрясениями, промышленными взрывами и иными воздействиями — сейсмометрический мониторинг;
- тестовые испытания по контролю за динамическими характеристиками ГТС (динамическое тестирование).

Дополнительные виды наблюдений на конкретном ГТС, если они необходимы, следует назначать с учетом масштаба, типа и класса сооружения, инженерно-геологических условий, природы и интенсивности контролируемых геодинамических процессов, природно-климатических условий района.

6.2.5 Экономическое обоснование проекта

При разработке проекта геодинамического полигона на основе анализа рынка должны быть определены возможные подрядчики на выполнение строительных и монтажных работ, выбраны подрядчики

для выполнения специализированных видов работ, а также разработаны предложения по поставщикам аппаратуры, основного и вспомогательного оборудования.

Проект должен быть согласован генеральным проектировщиком и утвержден заказчиком (гидрогенерирующей компанией, эксплуатирующей организацией).

6.2.6 Техническая экспертиза проекта

Заказчик (застройщик) обязан в установленном законодательством Российской Федерации порядке направить проектную документацию и результаты инженерных изысканий для строительства геодинамического полигона на государственную экспертизу. Предметом государственной экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий является оценка их соответствия требованиям технических регламентов в объеме, установленном [2].

Заказчик (застройщик) должен проверить соответствие проектной документации и результатов инженерных изысканий требованиям нормативной документации, в т.ч. требованиям настоящего стандарта. С этой целью он может направить документацию на негосударственную экспертизу в установленном для этих целей порядке.

6.3 Строительные и монтажные работы по оборудованию геодинамического полигона

6.3.1 При выполнении строительных и монтажных работ по оборудованию геодинамического полигона должны соблюдаться типовые нормы и требования, установленные для строительства вспомогательных сооружений ГЭС и ГАЭС. Особенности объекта, площадки строительства, производства работ должны быть учтены в проекте геодинамического полигона.

6.3.2 Установка измерительных приборов, прокладка кабельных линий, монтаж основного и вспомогательного оборудования должны осуществляться с соблюдением требований проекта геодинамического полигона и требований, изложенных в технических паспортах на каждый вид поставляемого оборудования. Технический паспорт на каждый вид поставляемого оборудования должен быть затребован при осуществлении закупки.

6.3.3 После установки каждого измерительного прибора следует проверить его работоспособность, а после монтажа кабельных линий и включения регистрирующей аппаратуры необходимо проверить работоспособность отдельных подсистем измерительной сети.

6.3.4 Опытная эксплуатация геодинамического полигона — испытания в режиме тестирования всех его основных систем — должна предшествовать вводу полигона в постоянную эксплуатацию.

6.3.4.1 Срок опытной эксплуатации должен быть установлен в проектной документации и соответствовать геодинамической обстановке. При этом должны быть учтены состав и методики геодинамических наблюдений, а также особенности конкретного гидротехнического сооружения.

6.3.4.2 По результатам опытной эксплуатации при необходимости должна проводиться корректировка измерительной и информационно-коммуникационной систем, включая методики наблюдений, ремонт или замену измерительного и регистрирующего оборудования, корректировку регламентов сбора, передачи, хранения и обработки информации.

6.3.5 Контроль за соблюдением строительных норм и правил должен осуществляться силами (например, контрольной службой) заказчика и территориальными подразделениями органа государственного строительного надзора в соответствии с [3].

7 Требования к построению системы геодинамического мониторинга

7.1 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений

7.1.1 Для каждого напорного ГТС должны быть установлены критериальные значения количественных и качественных диагностических показателей — $К_1$ и $К_2$, с которыми сравниваются результаты режимных геодинамических наблюдений и которые, в свою очередь, могут быть уточнены на основе результатов этих наблюдений.

7.1.2 При выборе контролируемых диагностических показателей должно быть обеспечено получение информации, необходимой и достаточной для контроля за состоянием ГТС и его основания.

Для контроля за состоянием ГТС и его основания должны отслеживаться следующие основные диагностические показатели, позволяющие оценить техническое состояние ГТС и выявить возможные отклонения и нарушения нормального режима его эксплуатации:

- деформации (осадки и горизонтальные смещения) сооружений и их оснований;
- напряжения в материалах сооружений и их оснований;

- фильтрационные расходы в сооружении и основании;
- температура и химический состав дренажных вод;
- пьезометрические градиенты фильтраций (паровое давление);
- скорости и затухания продольных и поперечных волн различных диапазонов частот;
- параметры сейсмического режима (интенсивности, частоты повторяемости, карты распределения, классы сейсмических событий и др.);
- уровень акустической эмиссии в конструкциях сооружения и его основания (вмещающем массиве);
- эффективные электросопротивления и др. характеристики геоэлектрического и геотермального полей;
- собственные частоты и декременты затухания колебаний для отдельных блоков (элементов) и сооружения в целом, а также различных участков основания.

7.1.3 Дополнительные контролируемые диагностические показатели должны назначаться индивидуально для каждого ГТС в зависимости от его конструктивных особенностей, инженерно-геологических условий, действующих геодинамических факторов и др.

7.2 Основные виды режимных геодинамических наблюдений

7.2.1 В соответствии с 6.2.4 на геодинамических полигонах должны проводиться следующие основные виды режимных геодинамических наблюдений:

а) геодезические наблюдения за осадками, наклонами, горизонтальными смещениями и взаимными подвижками отдельных блоков сооружения и основания;

б) сейсмологические наблюдения на локальной сети для контроля за сейсмическим режимом площадки расположения ГТС, а также в зоне ложа водохранилища и в нижнем бьефе близ створа;

в) сейсмометрические наблюдения на сооружении и в его основании для контроля их сейсмостойкости;

г) геофизические наблюдения, включая:

1) сейсмическое профилирование КМПВ и многоточечное сейсмическое просвечивание для контроля за НДС и прочностными свойствами основания;

2) электрометрические наблюдения методами ВЭЗ и ЭП для контроля за НДС основания и сооружения;

3) акустико-эмиссионные (АЭ) наблюдения и УЗК для контроля за НДС и трещинообразованием в локальных потенциально опасных блоках сооружения и основания;

4) электрометрические наблюдения с использованием методов ЕП и комплексного каротажа (ТМ, РЗМ, каротаж сопротивлений и др.) для контроля за фильтрационным режимом;

5) наблюдения с использованием методов РЗМ, ТМ, радиоизотопных методов в одной или нескольких скважинах, а также модификацией МЗТ для определения направления и скорости движения подземных вод;

6) сейсмические (КМПВ) и электрометрические (ВЭЗ, ВЭЗ ВП, ВЭЗ МДС, ГРЛЗ, МЗТ, ЭП) наблюдения в целях изучения опасных геодинамических явлений (карстовых и термокарстовых провалов, оползней);

д) специальные гидрогеологические наблюдения за фильтрационным режимом в ТПС и гидрогеодинамическими процессами на площадке расположения ГТС, а также в зоне ложа водохранилища и нижнем бьефе близ створа;

е) специальные геомеханические исследования для контроля за НДС, прочностными свойствами и трещинообразованием в локальных потенциально опасных блоках сооружения и основания;

ж) тестовые динамические испытания для контроля за динамическими характеристиками сооружений.

7.2.2 В отдельных случаях в состав геодинамических наблюдений следует включать радиоизотопный каротаж скважин для оценки плотности и влажности грунтов.

7.2.3 В результате проведения сейсмологических и инженерно-сейсмометрических наблюдений, помимо изучения сейсмичности и сейсмического режима района, должно быть оценено влияние эксплуатационного режима ГЭС на сейсмическую активность согласно ГОСТ Р 22.0.01 и ГОСТ 22.1.02.

7.3 Измерительные средства геодинамических наблюдений, измерительные и информационно-коммуникационные системы геодинамических полигонов

7.3.1 Выбор аппаратуры и оборудования для измерительной системы геодинамического полигона необходимо проводить с учетом действующих геодинамических факторов и заданных диагностических показателей — контролируемых параметров, а также конструктивных особенностей ГТС, инженерно-геологических условий основания (вмещающего массива), природно-климатических условий.

7.3.1.1 Все средства измерения системы геодинамического мониторинга должны соответствовать требованиям [4]. Аппаратура должна быть сертифицирована в качестве средств измерений, а также должна иметь метрологические аттестаты и методики выполнения измерений, содержащиеся в руководствах по эксплуатации средств измерений утвержденных типов.

7.3.1.2 Используемые средства измерений подлежат периодической поверке в организациях государственной метрологической службы или метрологических службах (калибровочных лабораториях) гидрогенерирующих компаний (эксплуатирующих организаций), аттестованных в установленном порядке.

7.3.2 Измерительные датчики и регистрирующая аппаратура должны обеспечивать требуемую точность измерений, сохранять постоянство характеристик в течение срока эксплуатации, работоспособность при различных режимах функционирования геодинамического полигона и в широком диапазоне изменения температур от минус 40 °С до плюс 40 °С (обеспечивать устойчивость к атмосферным воздействиям).

7.3.2.1 Конструкция измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры должна обеспечивать их безопасность (защищенность от внешних воздействий) и возможность контроля их работоспособности, ремонта и/или замены без нарушения принятого режима эксплуатации измерительной сети.

7.3.2.2 Выбор измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры для выполнения конкретного вида измерений должен определяться возможностью выполнения этих измерений в автоматизированном режиме по заданной программе (программам). Рекомендуемые типовые средства измерений приведены в приложении Д.

7.3.3 Регулярные наблюдения за изменениями заданных диагностических показателей, характеризующих состояние ТПС и протекание в ней природных и техногенных геодинамических процессов, необходимо проводить с использованием специальной измерительной системы (наблюдательной сети).

7.3.3.1 К измерительной системе предъявляются следующие требования:

- стационарность пунктов наблюдений, возможность соблюдения идентичности методики и техники измерений;
- комплексность наблюдений, т.е. согласованный контроль за изменением независимых параметров среды разными методами в одном пункте (на одном участке) наблюдений;
- контроль однотипных геодинамических процессов (явлений) на разных масштабных уровнях, в различных объемах;
- наличие тестовых устройств для проверки работоспособности и калибровки измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры;
- ремонтопригодность.

7.3.3.2 При неодинаковой степени автоматизации различных видов геодинамических наблюдений допустимо использовать разные методы отсчета результатов измерений, включая ручной, полуавтоматический и автоматизированный.

7.3.3.3 Средства измерений в зависимости от периодичности снятия отсчетов должны функционировать периодически, после ручного или автоматического включения, непрерывно или в ждущем режиме.

7.3.4 Согласно 6.2.3.2 в составе информационно-коммуникационной системы геодинамического полигона должны быть созданы ИОЦ, внутренняя и внешняя подсистемы связи.

Информационно-коммуникационная система должна обеспечивать сбор, обработку, хранение и анализ получаемой на измерительной системе информации, а также экстренное оповещение по заданным адресам о прогнозируемых или произошедших ЧС.

7.3.4.1 Внутренняя подсистема связи (внутренняя коммуникационная сеть) должна обеспечивать передачу информации от измерительной сети в ИОЦ при помощи кабельных и телеметрических линий связи, передающих и приемных устройств, антенн, коммутаторов и т.д. Подсистема должна обеспечить передачу в ИОЦ оперативной информации, включая текущие метеоусловия, эксплуатационные показатели ГТС, сведения о текущих инженерных мероприятиях, данные режимных наблюдений на сооружении, в его основании и прилегающем районе в электронном виде и письменной форме.

7.3.4.2 Работа ИОЦ должна обеспечивать:

- сбор исходных данных;
- отбраковку некондиционных данных;
- первичную обработку и формирование исходных временных рядов;
- перевод информации в электронный вид (оцифровку);
- архивирование и хранение информации (в электронном виде и при необходимости на твердых носителях);
- формирование базы данных геодинамического полигона;

- создание условий для анализа многомерных временных рядов в масштабе времени, близком к реальному;

- оперативное отображение результатов геодинамических наблюдений;

- оценку текущей геодинамической обстановки и прогнозирование возможных ЧС.

7.3.4.3 Внешняя подсистема связи (внешняя коммуникационная сеть) должна оповещать административные органы различного уровня о прогнозируемых либо произошедших ЧС, передавать обработанную и проанализированную информацию в ИОЦ и в региональный ИОЦ, обмениваться информацией с геодинамическими полигонами, действующими на других ГТС. Подсистема связи используется для получения необходимой информации от вышестоящих организаций и административных органов.

7.3.4.4 Информационно-коммуникационная система должна обеспечить выполнение следующих требований:

- соблюдение действующих правил оборудования внутренней телефонной и модемной связи на ответственных объектах;

- регулярное тестирование и защита линий внутренней связи от помех для снижения искажений;

- использование для хранения информации накопительных устройств с большим объемом памяти;

- наличие дублирующей системы энергоснабжения ИОЦ;

- защита линий внешней связи от несанкционированного проникновения, дублирование линий внешней связи.

7.4 Типовые методики и периодичность различных видов режимных геодинамических наблюдений

7.4.1 Методики различных видов режимных геодинамических наблюдений следует назначать, исходя из заданных контролируемых параметров, условий измерений на спроектированной измерительной сети, характеристик выбранных датчиков и регистрирующей аппаратуры с учетом природно-климатических условий.

7.4.1.1 Методики наблюдений должны обеспечить надежную регистрацию контролируемых параметров, заданную точность измерений, современные (компьютеризированные и автоматизированные) технологии выполнения измерений, обработки и представления данных.

7.4.1.2 Обязательным требованием к методикам является их постоянство для всех видов режимных наблюдений.

7.4.1.3 Методики должны быть опробованы в период опытной эксплуатации и при необходимости скорректированы.

7.4.1.4 Типовые методики геодезических наблюдений включают в себя:

- геометрическое и гидростатическое нивелирование, наклонометрию на территории ГТС, в т.ч. в основаниях сооружений, подземных выработках, на поверхности и внутри сооружений для изучения вертикальных движений (осадок) и наклонов земной поверхности и сооружения;

- полигонометрию, створные измерения на поверхности сооружения и его основания, в горных выработках и внутри сооружений для изучения горизонтальных смещений.

7.4.1.5 Типовая методика сейсмологических наблюдений предусматривает площадные наблюдения на локальной сети, включающей 3–4 сейсмические станции. Сеть должна покрывать территорию расположения ГТС, примыкающую часть ложа водохранилища и нижний бьеф.

7.4.1.6 При типовых сейсмометрических наблюдениях сейсмические датчики (трехкомпонентные сейсмографы, велосиметры и акселерометры) следует размещать в теле ГТС и в основании сооружения. Измерения необходимо выполнять в нескольких важных сечениях сооружения и на различных его отметках (на поверхности основания, в средней по высоте части сооружения и на гребне — на поверхности).

7.4.1.7 Типовые методики геофизических наблюдений включают в себя сейсмоакустические наблюдения (сейсмическое профилирование КМПВ на поверхности и в подземных выработках, многоточечное сейсмическое просвечивание целиков пород между выработками и скважинами, УЗК вертикальных и наклонных шпуров и скважин, АЭ измерения в шпурах, скважинах и на поверхности породных блоков и конструкций), электрометрические наблюдения (измерения методами ЭП и ВЭЗ на поверхности и в подземных горных выработках, измерения методом ЕП), каротажные наблюдения в вертикальных и наклонных скважинах (электрокаротаж, РЗМ, ТМ, инклинометрия, кавернометрия, расходометрия, радиоактивный каротаж).

7.4.1.8 Типовые методики специальных гидрогеологических наблюдений включают в себя измерения фильтрационных расходов в сооружении и его основании, измерения температуры и определения химического состава дренажных вод, пьезометрических градиентов фильтраций (парового давления) на территории ГТС. Методики гидрогеодеформационных наблюдений предусматривают наблюдения на сети

специально оборудованных скважин за изменениями давления подземных вод, связанными с подготовкой к землетрясению, на территории ГТС, а также в зоне водохранилища и в нижнем бьефе близ створа.

7.4.1.9 Типовые методики специальных геомеханических испытаний включают в себя статические нагружения массива (прессиометрия и плоские гидравлические подушки) и измерения методом гидроразрыва для контроля напряженного состояния, деформационных и прочностных свойств в локальных зонах основания и сооружения.

7.4.2 Для проведения режимных наблюдений по установленным методикам специализированными организациями должны быть разработаны и утверждены инструкции, подробно описывающие технологии выполнения измерений, способы контроля работоспособности и тестирования измерительных приборов и регистрирующей аппаратуры, порядок ведения и хранения записей, а также инструкции по оперативному ремонту (замене) измерительных приборов и подсистем, в т.ч. после опасных геодинамических явлений, позволяющие минимизировать потери информации и устанавливающие сроки выполнения ремонтных работ.

7.4.3 Периодичность измерений (частоту опроса) для различных методов наблюдений следует определять индивидуально в зависимости от характера и интенсивности изменений контролируемого параметра. Периодичность измерений в соответствии с приложением Г должна изменяться в зависимости от режима функционирования полигона.

7.4.3.1 При нормальном режиме эксплуатации геодинамического полигона типовая периодичность геодезических наблюдений, как правило, составляет два раза в год, сейсмологические, сейсмометрические, гидрогеодеформационные, деформометрические и наклономерные наблюдения следует вести в непрерывном режиме.

7.4.3.2 Геофизические измерения необходимо выполнять четыре раза в год, а измерения методом гидравлического разрыва — два раза в год.

7.4.3.3 В процессе эксплуатации геодинамического полигона при необходимости периодичность отдельных видов режимных наблюдений следует корректировать на основании полученных результатов и с учетом возможных изменений состояния ГТС. Изменения периодичности наблюдений должны быть утверждены эксплуатирующей организацией и согласованы с проектной организацией.

7.5 Типовые методики и программные средства обработки данных режимных геодинамических наблюдений

7.5.1 Первый этап обработки данных всех видов геодинамических наблюдений, включающий в себя получение начальной информации, следует выполнять в соответствии с действующими на территории Российской Федерации требованиями или отраслевыми инструкциями для соответствующих видов измерений.

Особенности дальнейшей обработки данных связаны со спецификой наблюдений на геодинамических полигонах и с необходимостью внесения начальной информации в БД геодинамического полигона.

Типовая схема первичной обработки информации включает в себя следующие последовательные действия:

- формирование массивов измеряемых параметров, сортировка и отбраковка некондиционных данных;
- формирование первичных временных рядов измеряемых параметров;
- первичная обработка полученных данных, вычисление параметров для дальнейшего анализа;
- формирование и анализ исходных временных рядов контролируемых параметров.

7.5.2 Дальнейшая обработка информации включает в себя:

- комплексный (факторный и статистический) анализ многомерных временных рядов;
- ретроспективный анализ данных режимных наблюдений на геодинамическом полигоне в целях выбора возможных аналогов текущей геодинамической обстановки;
- построение общей и частной моделей геодинамических процессов и явлений;
- оценку текущей геодинамической обстановки и степени ее критичности, прогнозирование возможных ЧС.

7.5.3 На завершающей стадии обработки информации должны быть выполнены:

- проверка соответствия фактических значений диагностических параметров ТПС проектным предположениям;
- проверка соответствия НДС ТПС нормативным требованиям по безопасности с учетом возможных геодинамических воздействий и изменений свойств пород основания и конструкционных материалов;

- выработка рекомендаций по безопасному режиму эксплуатации и принятию управляющих решений, направленных на предотвращение аномальных (катастрофических) геодинамических явлений;
- разработка инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение и ликвидацию последствий аномальных (катастрофических) геодинамических явлений.

7.6 Представление данных геодинамического мониторинга

7.6.1 Общий порядок представления данных геодинамического мониторинга в соответствии с требованиями [5], [6], [7] и [8].

7.6.2 В нормальном режиме функционирования геодинамического полигона отчетную информацию следует представлять:

- в виде краткой оперативной информации — заключения о текущем состоянии ТПС — в течение двух недель после выполнения цикла измерений;
- в виде аналитического технического отчета об оценке состояния ТПС по результатам эксплуатации геодинамического полигона в течение квартала (полугодия) — в течение одного месяца по окончании отчетного периода.

Отчет должен содержать оценку геодинамической обстановки: интенсивность и направленность геодинамических процессов, наличие и развитие опасных геодинамических явлений, рекомендации по обеспечению безопасности сооружения и прогноз дальнейшего развития геодинамических процессов.

7.6.3 При работе геодинамического полигона в режиме повышенной опасности оперативная информация должна представляться один раз в неделю, а при осложнении геодинамической обстановки — ежедневно.

7.6.3.1 В установленные руководством эксплуатирующей организации сроки аналитическая группа ИОЦ должна представлять заключения о состоянии ТПС и прогнозы развития геодинамической обстановки.

7.6.3.2 При ухудшении геодинамической обстановки соответствующую информацию следует передавать в региональные подразделения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации (ЧС), органы государственной власти субъекта Российской Федерации и органы местного самоуправления.

7.6.4 При наступлении ЧС геодинамический полигон должен быть переведен в чрезвычайный режим функционирования, предполагающий сбор и обработку информации в режиме реального времени. В чрезвычайном режиме функционирования обработанная информация (заключения о состоянии ТПС и геодинамической обстановке) должна немедленно передаваться руководству эксплуатирующей организации, в региональные подразделения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области предупреждения и ликвидации ЧС и органы местного самоуправления.

8 Оценка сейсмостойкости оборудования

8.1 Общие положения

8.1.1 При размещении ГЭС и ГАЭС в сейсмических районах с нормативной сейсмичностью 6 баллов и более по 12-балльной шкале MSK-64 к оборудованию этих станций следует предъявлять требования к сейсмостойкости.

8.1.2 Нормативная сейсмичность площадки строительства определяется по картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР—97 в соответствии с требованиями раздела 5.

8.1.3 Расчетная сейсмичность площадки строительства I^p определяется на основе нормативной сейсмичности площадки с учетом реальных местных условий, выявленных в результате СМР. Для ГТС III и IV классов, а также на предварительных стадиях проектирования ГТС I и II классов при определении расчетной сейсмичности I^p допускается использовать таблицу 1.

8.1.4 Согласно [5] при выполнении требований к сейсмостойкости расчетные сейсмические воздействия на оборудование ГЭС не должны приводить к аварийным ситуациям, связанным с:

- прекращением производства и выдачи электроэнергии;
- возникновением угроз безопасности эксплуатационному персоналу;
- созданием опасности взрывов;
- затоплением помещений;
- вредным воздействием на окружающую среду, включая водные объекты верхнего и нижнего бьефов.

8.1.5 Требования к сейсмостойкости оборудования предъявляются, исходя из его функционального назначения:

- производства и передачи электроэнергии;
- регулирования водотока;
- обеспечения нормальных условий эксплуатации;
- проведения профилактических и ремонтных работ;
- выполнения противоаварийных мероприятий.

8.1.5.1 Оборудование, непосредственно используемое при производстве и передаче электроэнергии, должно удовлетворять требованиям одного из двух вариантов в зависимости от характеристик ГЭС (мощность, роль в энергосистеме и/или районе размещения и др.):

- вариант «А». Производство и передача электроэнергии, как правило, обеспечиваются во время расчетного землетрясения и после него. При специальном обосновании допускается прерывание производства и передачи электроэнергии во время землетрясения. После окончания землетрясения состояние оборудования системы должно обеспечивать возобновление производства и передачу электроэнергии. Вариант «А» должен приниматься для ГЭС мощностью от 1 млн кВт и более, а также для ГЭС, работающих в изолированных энергосистемах;

- вариант «Б». Производство и передача электроэнергии может прекращаться во время расчетного землетрясения и восстанавливаться после выявления и устранения причин, вызвавших это прекращение, в т.ч. в результате проведения ремонтных и пусконаладочных работ, а также замены оборудования. Вариант «Б» должен приниматься для ГЭС мощностью менее 1 млн кВт.

8.1.5.2 Оборудование, используемое для регулирования водотока, после землетрясения должно находиться в работоспособном состоянии. Восстановление работоспособности оборудования в случае ее потери во время землетрясения должно предусматриваться путем проведения ремонтных и наладочных работ. Необходимые объем и продолжительность ведения ремонтных и наладочных работ должны быть определены в проекте.

8.1.5.3 Оборудование, используемое при проведении противоаварийных мероприятий, должно сохранять свою работоспособность во время землетрясения и после него.

8.1.5.4 Оборудование (технические системы), используемое для обеспечения нормальных условий эксплуатации, может выйти из строя во время землетрясения. По его окончании работоспособность оборудования (в случае, если она была утеряна во время землетрясения) подлежит восстановлению путем проведения ремонтных, восстановительных и наладочных работ или замены поврежденных узлов новыми узлами.

8.1.5.5 Оборудование, используемое для проведения профилактических и ремонтных работ, во время землетрясения должно прекращать свое функционирование. При этом оборудование не должно создавать угрозы безопасности персоналу. Работоспособность такого оборудования восстанавливается, если это необходимо, после землетрясения.

8.1.6 Оценка сейсмостойкости оборудования ГЭС должна производиться с использованием расчетных сейсмических воздействий двух уровней, отвечающих проектному землетрясению со средним периодом повторяемости 100—500 лет и максимальному расчетному землетрясению со средним периодом повторяемости 5000—10000 лет.

8.1.7 При проектировании, изготовлении и монтаже сейсмостойкого оборудования должны применяться технические решения, материалы и конструктивные элементы, исключающие отрицательное воздействие на окружающую среду. Разрушение оборудования или выход его из строя в результате сейсмического воздействия не должны приводить к нарушению экологической безопасности как самого оборудования, так и ГЭС в целом.

8.1.8 Учет экологических требований следует осуществлять, руководствуясь установленными нормами [9] и [10].

8.1.9 Выполнение требований к сейсмостойкости, устанавливаемых настоящим стандартом, не должно приводить к уменьшению срока эксплуатации, установленного для соответствующего оборудования.

8.2 Требования по выбору уровня расчетного сейсмического воздействия и среднего периода его повторяемости

8.2.1 Сейсмостойкость оборудования, которое непосредственно задействуется для производства и передачи электроэнергии, должна быть обеспечена при сейсмическом воздействии уровня ПЗ со средним периодом повторяемости, равным периоду повторяемости, принятому для сооружений, в которых это оборудование установлено, и 500 лет — для оборудования, установленного вне основных ГТС ГЭС.

8.2.2 Сейсмостойкость оборудования, воздействие расчетного землетрясения на которое может привести к аварийным ситуациям в соответствии с 8.1.2, должна быть обеспечена при сейсмическом воздействии уровня ПЗ со средним периодом повторяемости 500 лет.

8.2.3 Сейсмостойкость оборудования, воздействие расчетного землетрясения на которое не оказывает влияния на процессы производства и передачи электроэнергии и не может привести к возникновению аварийной ситуации, должна быть обеспечена при сейсмическом воздействии уровня ПЗ со средним периодом повторяемости 100 лет.

8.2.4 Сейсмостойкость оборудования, выход из строя которого во время землетрясения может создать угрозу целостности сооружений напорного фронта гидроузла (гидромеханическое оборудование и оборудование его электропитания), должна быть обеспечена при сейсмическом воздействии уровня МРЗ со средним периодом повторяемости, равным периоду повторяемости, принятому для сооружений, где это оборудование установлено.

8.3 Классификация оборудования по требованиям к его сейсмостойкости

8.3.1 Технологическое оборудование ГЭС, исходя из требований к его сейсмостойкости, подразделяется на три группы:

- I группа — сейсмоустойчивые изделия, которые сохраняют свою работоспособность во время расчетного землетрясения и после него;
- II группа — сейсмопрочные изделия, которые могут иметь сбой в работе во время расчетного землетрясения. После землетрясения работоспособность изделий восстанавливается самостоятельно или в результате незначительного вмешательства эксплуатационного персонала;
- III группа — несейсмостойкие изделия, которые при расчетном сейсмическом воздействии теряют свою работоспособность или разрушаются. После землетрясения работоспособность изделия может быть восстановлена путем его ремонта или замены.

8.3.2 К I группе оборудования по сейсмостойкости относится:

- оборудование, участвующее в процессе производства электроэнергии;
- оборудование, используемое для регулирования водотока;
- оборудование, функционирование которого необходимо во время сейсмического воздействия для обеспечения безопасности эксплуатации и предотвращения развития аварийных ситуаций;
- оборудование системы электропитания собственных нужд постоянного тока;
- оборудование защиты гидроагрегатов при сбросах нагрузки;
- оборудование общестанционных систем управления.

8.3.3 Ко II группе оборудования по сейсмостойкости относится:

- оборудование вспомогательных систем;
- оборудование, необходимое для восстановления производства и выдачи электроэнергии после прохождения сейсмического воздействия;
- оборудование, обеспечивающее проведение противоаварийных мероприятий и восстановление технологического процесса после прохождения сейсмического воздействия;
- оборудование системы собственных нужд переменного тока;
- оборудование релейной защиты генераторных блоков, распределительных устройств высокого напряжения и противоаварийной автоматики.

8.3.4 К III группе оборудования по сейсмостойкости относится:

- оборудование, не принимающее непосредственное участие в производстве или обеспечении производства электрической энергии;
- вспомогательное оборудование, поломка или отказ которого не приводят к аварийным ситуациям, связанным с основным оборудованием, и не препятствует восстановлению производства и выдачи электрической энергии после прохождения сейсмического воздействия.

8.3.5 Принадлежность оборудования к той или иной группе сейсмостойкости определяется проектом и документацией изготовителей. При соответствующем обосновании заказчик вправе повысить требования к сейсмостойкости оборудования (отнести оборудование к группе с меньшим порядковым номером по сравнению с требованиями 8.3.2—8.3.4).

8.4 Задание расчетного сейсмического воздействия на оборудование

8.4.1 В случае установки оборудования на поверхности земли (например, электротехнического оборудования ОРУ) расчетное сейсмическое воздействие задается на непригруженном основании фундамента или площадки установки оборудования.

8.4.2 В случае установки оборудования в здании ГЭС или на ГТС расчетное сейсмическое воздействие должно быть определено как реакция сооружения на сейсмическое воздействие в месте установки оборудования исходя из сейсмического расчета сооружения.

8.4.3 Для оборудования ГЭС установленной мощностью 300 МВт и более, а также ГЭС, работающих в изолированных энергосистемах, расчетное сейсмическое воздействие задается набором расчетных акселерограмм и соответствующих им спектров действия или обобщенным спектром действия, привязанными к местам установки оборудования, по согласованию с изготовителем.

8.4.4 Для оборудования ГЭС установленной мощностью 300 МВт и менее расчетное сейсмическое воздействие задается обобщенными характеристиками землетрясения в виде его макросейсмической интенсивности, выраженной в баллах шкалы MSK-64, и нормативных спектров действия (ответа) в диапазоне 1 — 30 Гц, привязанных к местам установки оборудования.

Определение обобщенных характеристик сейсмического воздействия производится в соответствии с 8.2, а также ГОСТ 30546.1 применительно к местам установки оборудования.

8.5 Учет требований к сейсмостойкости оборудования при выдаче заданий на его изготовление, приемке оборудования, выборе серийного оборудования, сертификации оборудования в процессе его эксплуатации

8.5.1 Требования к сейсмостойкости оборудования, передаваемые разработчику (изготовителю), должны содержать сведения о принятой в соответствии с 8.3 группе его сейсмостойкости. Кроме того, должны быть заданы характеристики расчетного сейсмического воздействия согласно 8.4 и данные о механических воздействиях на оборудование, которые должны быть учтены совместно с сейсмическим воздействием.

8.5.2 Изготовитель должен подтвердить заданную сейсмостойкость оборудования при его приемке заказчиком путем выдачи ему паспорта, сертификата или заключения на это оборудование, которые должны быть составлены на основании проведенных испытаний или расчетов и содержать основные результаты данных испытаний или расчетов.

8.5.3 Выбор серийного оборудования по требованиям к сейсмостойкости должен производиться на основании ГОСТ 17516.1 (приложение 6) с учетом характеристики расчетного сейсмического воздействия, принимаемой согласно 8.4.

8.5.4 Требования к необходимости, периодичности и иные требования к проверке и сертификации на сейсмостойкость оборудования в процессе его эксплуатации, в т.ч. после прохождения землетрясения интенсивностью 5 и более баллов, должны быть указаны в паспорте (или заменяющем его документе) на оборудование. Если соответствующие требования в паспорте отсутствуют, то сертификация данного оборудования (изделия) осуществляется единожды, но с выполнением проверки его функционирования каждый раз после землетрясений интенсивностью 5 и более баллов.

В паспорте гидротурбины должны быть указаны допустимые по требованиям сейсмостойкости значения ее характеристик (натяг, эксцентриситет, зазоры), которые следует соблюдать при монтаже гидротурбины и обеспечивать в процессе эксплуатации.

8.6 Испытания оборудования на сейсмостойкость

8.6.1 Экспериментальной проверке на сейсмостойкость должно подвергаться оборудование полной сборки, соответствующее требованиям технического задания и технических условий в части конструкций и функциональных параметров.

8.6.1.1 Основные требования к составу, видам и проведению испытаний следует принимать в соответствии с ГОСТ 30546.2.

8.6.1.2 Экспериментальная проверка на сейсмостойкость состоит в определении динамических характеристик по ГОСТ 30630.1.1 и испытаниях на сейсмоустойчивость по ГОСТ 20.57.406.

8.6.1.3 В случае невозможности проведения по техническим причинам испытаний по определению динамических характеристик для полностью собранного оборудования должны быть проведены испытания отдельных комплектующих частей или должна быть произведена расчетная оценка сейсмостойкости.

8.6.2 Динамические характеристики оборудования определяются в целях установления критических частот, прогнозирования зон возникновения предельных механических напряжений при испытаниях на сейсмостойкость, оценки границы сейсмопрочности, оптимизации схем установки контрольных датчиков, выявления эффекта наложения колебаний по различным направлениям (геометрический фактор), уточнения эквивалентных испытательных воздействий и расчетных схем оборудования.

8.6.3 В испытаниях на сейсмостойкость необходимо использовать спектр действия (спектр синусоидальных вибраций), содержащий амплитуды ускорений в горизонтальных и вертикальных направлениях и соответствующие частоты. Спектр действия определяют согласно 8.4.3 и 8.4.4.

8.6.4 При испытаниях оборудования согласно 8.4.4 спектр синусоидальной вибрации определяют исходя из приведенной на рисунке 1 зависимости между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации в горизонтальном направлении при различной высоте установки

оборудования над нулевой отметкой по ГОСТ 30546.1. Значения максимальных амплитуд ускорения в вертикальном направлении устанавливаются равными 0,7 значений для горизонтальных направлений.

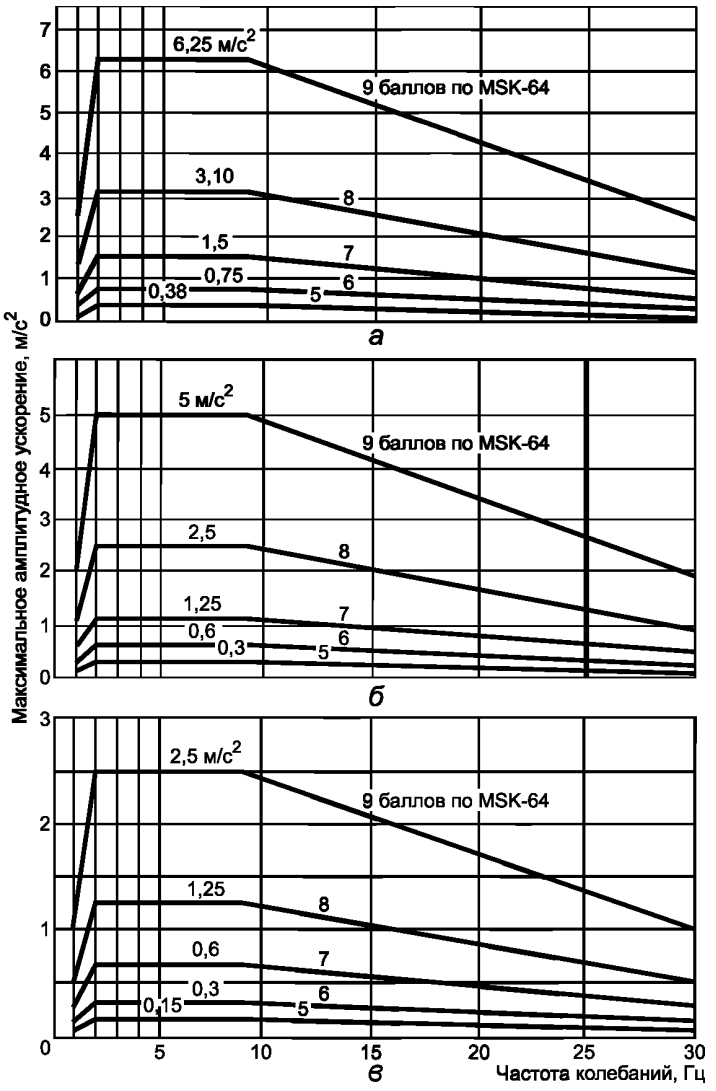
Допускается также определять синусоидальный спектр исходя из обобщенного спектра действия (горизонтальное направление, 9 баллов по MSK-64 при относительном затухании 5 %), представленного на рисунке 2. В этом случае ускорение, полученное по рисунку 2, умножается на коэффициент по таблице 2 в соответствии с ГОСТ 30546.1.

Примечания

1 Представленные на рисунке 1 спектры синусоидальной вибрации построены в предположении о наличии резонансных частот изделия в частотном диапазоне испытаний 1—30 Гц. Если собственные частоты изделия в указанном частотном диапазоне отсутствуют, то надлежит нормировать всю совокупность представленных на рисунке 1 кривых так, чтобы величина максимального амплитудного ускорения для 9-балльного землетрясения на рисунке 1 составила 4,0 м/с^2.

2 Если расчетная сейсмичность I^P отличается от 9 баллов, то в представленную графически на рисунке 2 зависимость расчетного максимального ускорения от низшей резонансной частоты изделия вводится поправочный коэффициент K_I следующего вида:

$$K_I = \exp(0{,}694(I^P - 9)). \quad (1)$$



а — при высоте установки оборудования над нулевой отметкой 70—30 м;
б — при высоте установки оборудования над нулевой отметкой 25 м;
в — при высоте установки оборудования над нулевой отметкой 0—10 м

Рисунок 1 — Зависимость между максимальной амплитудой ускорения и частотой синусоидальной вибрации (горизонтальное направление)

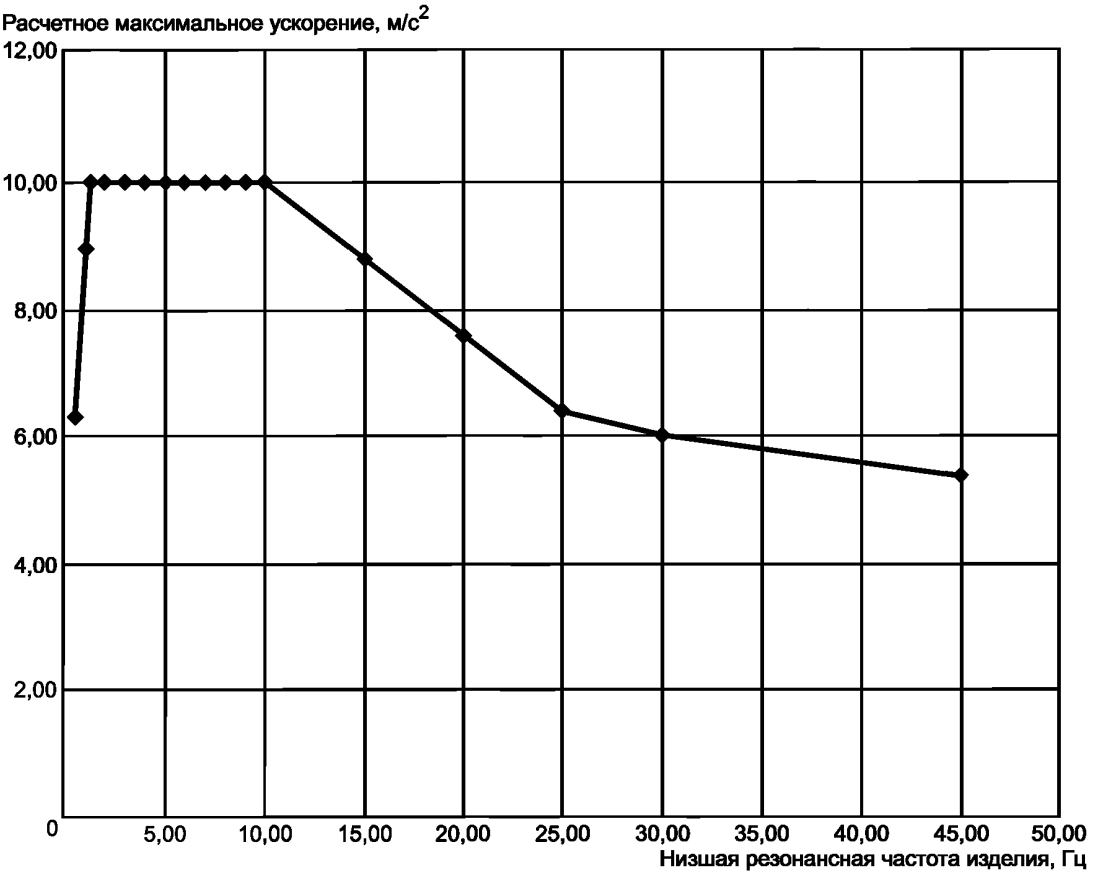


Рисунок 2 — Обобщенный спектр ответа для расчетных оценок сейсмостойкости с использованием ЛСТ (горизонтальное направление, 9 баллов по MSK-64)

Таблица 2 — Коэффициент усиления колебаний в зависимости от уровня установки изделия над нулевой отметкой

Интенсивность землетрясения, баллы по MSK-64	Коэффициент для уровней установки над нулевой отметкой, м		
	70 — 30	20	10 и ниже
9	2,50	2,00	1,00
8	1,25	1,00	0,50
7	0,60	0,50	0,25
6	0,30	0,25	0,12
5	0,15	0,12	0,06

Примечание – Значения коэффициента усиления колебаний отличных от указанных в таблице 2, для изделий, устанавливаемых на уровнях установки, должны определяться методом линейной интерполяции.

8.6.5 Требования к проведению испытаний изделия на сейсмостойкость, включая общие требования, определение динамических характеристик изделия и собственно испытание на сейсмоустойчивость, — согласно ГОСТ 30546.2 (разделы 4, 5 и 6 соответственно).

8.6.6 Для оборудования, устанавливаемого на отдельные фундаменты, необходимо предъявлять требования по нагрузкам (спектрам ответа) с учетом динамического влияния фундамента. Необходимость такого учета устанавливается в технических условиях и при необходимости учитывается в программе испытаний при анализе амплитудно-частотных характеристик.

8.6.7 По завершении испытания изделий на сейсмостойкость должен быть составлен протокол испытаний, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Е.

8.6.8 Испытания готового изделия на сейсмостойкость проводятся изготовителем собственными силами или с привлечением специализированных организаций; организация, проводящая испытания, должна быть аккредитована (обладать правом на проведение подобных испытаний) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

В контракте на проведение испытаний следует предусматривать наличие дополнительного пункта, согласно которому при проведении испытаний должны быть учтены требования настоящего стандарта.

8.6.9 Испытание установленного изделия проводится эксплуатирующей организацией с привлечением специализированных организаций в соответствии с ГОСТ 30546.3. К специализированной организации, проводящей испытания, и содержанию соответствующего контракта на проведение испытаний предъявляются те же требования, что и сформулированные в 8.6.8.

8.7 Расчетная оценка сейсмостойкости оборудования

8.7.1 В ходе расчетной оценки сейсмостойкости должны быть определены:

- смещения, деформации и напряжения основных несущих элементов изделия, повреждение, деформация или смещение которых приведет к разрушению, отказу изделия или к снижению его эксплуатационных качеств;
- максимальные ускорения в элементах конструкции, в частности, содержащих измерительные приборы и узлы.

В последнем случае полученные величины используются для последующих испытаний либо для проверки указанных элементов в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам на соответствие требованиям ГОСТ 17516.1.

8.7.2 Необходимые для выполнения расчетных исследований значения относительного демпфирования в элементах конструкции должны определяться экспериментально (например, методом свободных колебаний согласно ГОСТ 20.57.406). В случае отсутствия требуемых данных значения относительного демпфирования допускается принимать по таблице 3 (в соответствии с ГОСТ 30546.1).

8.7.3 Расчеты по оценке сейсмостойкости изделий и несущей способности их элементов необходимо производить с использованием следующих методов:

- линейно-спектральная теория сейсмостойкости (ЛСТ);
- динамическая теория сейсмостойкости (ДТ).

Таблица 3 — Значения относительного демпфирования для конструктивных элементов оборудования

Вид конструкции	Относительное демпфирование, % для механического напряжения в долях предела текучести		
	0,25	0,5	1,0
Сварные стальные конструкции	1	2	4
Болтовые стальные соединения, железобетонные конструкции	1	4	7
Шкафы и панели	1	2	5
Сборочные узлы	1	2	7
Крупногабаритные изделия; стальные трубы диаметром более 300 мм	1	2	3
Стальные трубы диаметром 300 мм и менее	1	1	2

8.7.4 При использовании в расчетах ЛСТ следует выполнять требования ГОСТ 30546.1 (подраздел 5.12). Обобщенный спектр ответа (горизонтальное направление, 9 баллов по MSK-64) графически представлен на рисунке 2. Значения расчетного максимального ускорения a_i в зависимости от собственной частоты ω_i, необходимые для построения спектра, приведены в таблице 4. При этом необходимо учитывать примечание 1 к 8.6.4.

Таблица 4 — Значения расчетного максимального ускорения a_i в зависимости от собственной частоты ω_i

ω_i, Гц	0,5	1,00	1,25	1,50	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00
a_i, м/с^2	6,32	8,96	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
ω_i, Гц	7,00	8,00	9,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	45,00
a_i, м/с^2	10,00	10,00	10,00	10,00	8,80	7,60	6,40	6,00	5,32

8.7.5 При использовании в расчетах ДТ следует выполнять требования ГОСТ 30546.1 (подраздел 5.15).

8.7.6 Для оценки ранее сертифицированного изделия на соответствие новым, более жестким требованиям, а также изделия, аналогичного ранее сертифицированному, но содержащего изменения, влияющие на его динамические характеристики, применяются правила согласно 8.4.3 и 8.4.4.

8.7.7 Для оценки сейсмостойкости изделия серийного изготовления, сертифицируемого заново, используются следующие воздействия:

- обобщенный спектр ответа, представленный на рисунке 2 и в таблице 4 (если применяется ЛСТ);
- расчетная акселерограмма, синтезированная на основе указанного спектра действия (если применяется ДТ).

8.7.8 В расчетах с использованием ЛСТ применяются статические прочностные характеристики конструкционных материалов. При отсутствии достаточной информации о физико-механических свойствах материалов, составляющих изделие (например, при проверке сейсмостойкости ранее установленного оборудования), допускается использовать данные, приведенные в таблице 5.

Таблица 5 — Расчетные значения плотности и деформационных характеристик материалов

Материал	Плотность, т/м^3	Модуль упругости, кПа	Коэффициент Пуассона
Сталь	7,86	$2{,}06 \cdot 10^8$	0,3
Алюминиевые сплавы	2,78	$7{,}1 \cdot 10^7$	0,33
Фарфор	2,7	$1{,}1 \cdot 10^8$	0,19
Цементация	2,4	$3{,}0 \cdot 10^7$	0,20
Бетон	2,5	$3{,}0 \cdot 10^7$	0,20

8.7.9 Расчеты по ДТ могут производиться с помощью метода разложения по формам собственных колебаний конструкции и метода прямого пошагового интегрирования по времени.

8.7.9.1 В расчетах, производимых в линейной постановке с использованием разложения по формам собственных колебаний, как правило, учитываются собственные формы с частотами, лежащими в диапазоне от 20,0 до 25,0 Гц.

8.7.9.2 В расчетах конструкций из смешанных материалов (из металлов, керамики, включающих резиновые прокладки, а также болтовые и шпилечные соединения) методом разложения по собственным формам допускается принимать значения параметров относительного демпфирования ζ в диапазоне от 0,02 до 0,05 критического значения для всех форм колебаний. При этом максимальные значения затухания следует принимать для собственных форм колебаний с частотами менее 5,0 Гц.

8.7.10 В расчетах с применением методов пошагового интегрирования (в частности, в любых расчетах с учетом нелинейного поведения конструкции) следует учитывать правила ГОСТ 30546.1 (пункты 5.15.2, 5.15.3 и 5.15.4).

8.7.11 В результате динамических расчетов оборудования по ДТ должны быть определены смещения, напряжения и усилия на всем временном интервале сейсмического воздействия, построены хронограммы кинематических факторов (перемещений, скоростей, ускорений) в двух горизонтальных и одном вертикальном направлениях для характерных зон конструкций, а также должен быть проведен анализ уровня перемещений и ускорений изделия и характера их изменений во времени.

В процессе анализа НДС изделия при сейсмическом воздействии должны быть определены его зоны, в которых возникают экстремальные усилия и напряжения, и построены хронограммы усилий и напряжений для этих зон. По хронограммам силовых факторов должны быть определены моменты времени, соответствующие экстремальным величинам, и выполнен полный анализ сейсмонапряженного состояния конструкции для данных моментов времени.

8.7.12 При оценке сейсмостойкости высоковольтного ЭТО, расположенного на ОРУ (ПС), как правило, подвергаются проверке следующие типы изделий:

- выключатели;
- разъединители;
- ограничители перенапряжений нелинейные;
- высокочастотные заградители;
- трансформаторы (в т.ч. автотрансформаторы);
- трансформаторы тока;
- трансформаторы напряжения.

Кроме того, оценивается сейсмостойкость расположенного на данном РУ портала.

8.7.13 Экспериментальная или расчетная оценка сейсмостойкости дается для изделия в целом, включая опорную конструкцию, состоящую из стальной рамы и железобетонных стоек.

Для портала проверяется прочность стоек и траверсы, а также устойчивость конструкции на опрокидывание.

8.7.14 При проверке сейсмостойкости ранее установленного высоковольтного ЭТО основной задачей является оценка его фактической сейсмостойкости и приведение оборудования в соответствие с предъявляемыми требованиями.

8.7.15 При расчетной оценке сейсмостойкости все конструкции расположенного на ОРУ (ПС) высоковольтного ЭТО должны быть рассчитаны на особые сочетания нагрузок и воздействий, включающих в себя основное сочетание нагрузок (или, что то же самое, нормальных условий эксплуатации), а также сейсмическое воздействие, определенное в соответствии с 8.7.6 и 8.7.7.

В случае размещения ЭТО на инженерных сооружениях или в контакте с ними сейсмическое воздействие задается движением, передаваемым со стороны сооружения (и определяемым с помощью расчета данного сооружения на исходное движение грунта).

8.7.16 Для типовых конструкций высоковольтного оборудования в расчетных оценках сейсмостойкости должны рассматриваться два предположения относительно характера того, как изделие опирается на грунт, а именно:

- особо жесткое, практически недеформируемое основание;
- основание пониженной жесткости, состоящее из грунтов, относящихся по своим сейсмическим свойствам к III категории.

В прочностных оценках и оценках деформаций должны использоваться наихудшие (самые неблагоприятные) из полученных результатов.

8.7.17 При проверке сейсмостойкости оборудования следует использовать два вида критериев:

- по допускаемым напряжениям;
- по допускаемым перемещениям.

8.7.18 Конструктивные элементы изделия, изготовленные из стали или алюминиевых сплавов и испытывающие нагрузки от внутреннего давления, должны быть проверены на прочность исходя из прочностных характеристик согласно ГОСТ 14249 и ГОСТ 26158 соответственно.

8.7.19 Для стальных опорных конструкций оборудования, а также для корпусов страховочных и защитных оболочек, изготовленных из стали или алюминиевых сплавов и не испытывающих нагрузок от внутреннего давления, следует пользоваться прочностными характеристиками материалов согласно ГОСТ 535, ГОСТ 8731 и ГОСТ 21631 соответственно.

8.7.20 При проверке прочности фарфоровых изоляторов следует использовать прочностные характеристики, содержащиеся в сопроводительных документах изготовителя фарфора.

8.7.21 При проверке прочности железобетонных опорных конструкций следует выполнять указания по расчету на прочность, установленные в действующих на территории Российской Федерации нормативных документах по проектированию железобетонных конструкций, в т. ч. приведенные в них прочностные характеристики бетона и арматуры, с обязательным учетом при этом требований ГОСТ 5781, ГОСТ 6727, ГОСТ 7473.

8.7.22 При проверке работоспособности оборудования по допускаемым перемещениям критериальные значения смещений определяются исходя из конструктивных особенностей данного изделия и присущих ему возможных причин отказа в работе.

8.7.23 По завершении расчета оценки сейсмостойкости изделия составляется протокол расчетной оценки сейсмостойкости изделия, рекомендуемая форма которого приведена в приложении Ж.

8.7.24 Расчетная оценка сейсмостойкости для выпущенного изделия производится изготовителем самостоятельно или с привлечением специализированных организаций, а для установленного и находящегося в эксплуатации изделия — эксплуатирующей организацией с привлечением специализированных организаций.

К специализированной организации, выполняющей расчетное обоснование изделия, а также к содержанию контракта на произведение расчета предъявляются те же требования, что и требования, сформулированные в 8.6.8 в отношении организации, проводящей испытания, и соответствующего контракта на проведение испытаний.

Приложение А
(обязательное)

Потенциально опасные геодинамические процессы и явления для гидротехнических сооружений в зонах с высокой сейсмической активностью

А.1 Понятие «геодинамика» (геодинамическая активность) помимо сейсмичности включает в себя эндогенные и экзогенные процессы различного генезиса, проявляющиеся в современной подвижности по разрывным нарушениям, в изменениях рельефа поверхности, тепловом потоке, оползнях, обвалах и др.

А.2 Опасные геодинамические процессы могут привести к возникновению и развитию в ТПС опасных геодинамических явлений.

А.3 Среди геодинамических явлений природного происхождения выделяют явления, связанные с эндогенными и экзогенными процессами. К первым относятся местные тектонические землетрясения, современные движения земной коры и связанные с ними деформации сооружения, его основания (вмещающих массивов), вулканические извержения и др. Ко вторым относятся склоновые явления (оползни, обвалы, осыпи, сели и камнепады), переработка берегов, карстово-суффозионные явления и др.

А.4 К геодинамическим явлениям техногенного происхождения относятся вызванные («плотинные») землетрясения, дифференцированные движения сооружения и основания, трещинообразование из-за всплывания горных пород во время заполнения водохранилищ и механической суффозии по трещинам, формирование техногенных зон повышенной фильтрации, обводнение основания (вмещающих массивов), подтопления и проседания.

А.5 Характерные виды реакции ГТС на внешние воздействия: вертикальные и горизонтальные перемещения, смещения, раскрытие (обжатие) трещин, изменения фильтрационного режима, колебания при силовых воздействиях и пр.

А.5.1 В бетонных и каменных сооружениях наблюдаются следующие типичные виды повреждений: образование трещин, относительные смещения элементов, нарушения контакта сооружений с основанием и береговыми примыканиями, обрушения стенок и свода подземных сооружений, раскрытие швов.

А.5.2 В грунтовых сооружениях наблюдаются осадки, оползание откосов, взаимное смещение частей сооружения, разжижение и суффозия грунтов, возникают сквозные фильтрационные трещины и внутренние размывы. Снижается эффективность водоупорных (цементационных завес) и дренажных систем.

А.6 В основаниях (вмещающих массивах) опасные геодинамические явления вызывают разрывы, просадки, обрушения над естественными и искусственными подземными полостями, разжижения и разбухания грунта, повышение фильтрации, внешние и внутренние размывы, повреждения откосов; наблюдается сползание оползней и обрушение обвалоопасных блоков в водохранилища, образование в них волн выплеска и связанные с этим наводнения и разрушения.

А.7 Опасные геодинамические явления приводят к следующим типичным ЧС:

- разрушение ГТС, которое происходит в результате природного или техногенного землетрясения или нарушения основания (вмещающих массивов), связанного с различными геодинамическими явлениями (тектонические или техногенные дифференцированные движения, раскрытие трещин в результате заполнения водохранилища и механической суффозии по трещинам, протаивание многолетнемерзлых грунтов, неравномерные осадки, оползни), приводит к ЧС местного или регионального масштаба;
- перелив воды через гребень плотины в результате схода оползня или обвала (с большим объемом горных масс) в водохранилище в результате воздействия землетрясения или склоновых процессов вызывает ЧС местного или регионального масштаба;
- образование трещин и разрывов в примыканиях плотины под влиянием землетрясения, развития неравномерных осадок в основании плотины или оползней приводит к прорыву водохранилища и наводнению и вызывает ЧС местного или регионального масштаба;
- постепенное разрушение земляных плотин и снижение прочностных характеристик бетонных плотин в результате постоянных вибрационных воздействий от близко расположенных очагов слабых землетрясений и сильных взрывов может привести к прорыву воды и наводнению и ЧС местного масштаба.

А.8 Для предотвращения или снижения возможного ущерба от последствий ЧС на геодинамическом полигоне используются оборудование и методы наблюдений, позволяющие надежно классифицировать геодинамические явления по степени их опасности для ТПС и предоставляющие возможность обоснованного выбора безопасного режима эксплуатации ГТС.

А.9 Для обеспечения безопасной эксплуатации ГТС в зонах с высокой сейсмической активностью должен быть обеспечен регулярный контроль за следующими показателями, характеризующими текущую геодинамическую обстановку, а также состояние сооружения и его основания (вмещающих массивов):

- параметры сейсмических колебаний в основании сооружений, в береговых примыканиях, а также параметры динамической реакции сооружений;
- перемещения и деформации в основании и теле сооружений, а также в береговых примыканиях и бортах водохранилища, в особенности в зонах геологических нарушений и оползней;

- параметры гидравлического режима (уровни верхнего и нижнего бьефов, интенсивность поступления и сброса воды из водохранилища) и ветроволновые воздействия;
- параметры фильтрационного режима (фильтрационный расход на разных участках плотины и основания, положение кривой депрессии, фильтрационного давления на подошвы бетонных сооружений и обделку подземных выработок, температуры и состава фильтрующей воды, характеристик сосредоточенных очагов фильтрации);
- напряжения (в т.ч. поровое давление) и усилия в элементах сооружений и их основаниях;
- характеристики состояния и работоспособности водосбросных сооружений, оборудования затворов, дренажных устройств и креплений откосов;
- температуры окружающего воздуха и воды в водохранилище, а также характеристики температурного режима сооружений и их оснований.

Приложение Б
(справочное)

Шкала сейсмической интенсивности MSK-64

Б.1 Классификация, принятая в шкале сейсмической интенсивности MSK-64

Б.1.1 Типы сооружений. Здания без антисейсмических мероприятий:
- тип А — здания из кирпича-сырца, рваного камня, сельские постройки, глинобитные дома;
- тип Б — кирпичные, мелкоблочные, крупноблочные здания, здания из естественного тесаного камня;
- тип В — каркасные железобетонные, панельные здания, рубленые избы.

Б.1.2 Классификация повреждений:
- 1 степень — легкие: трещины в штукатурке;
- 2 степень — умеренные: небольшие трещины в стенах, дымовых трубах;
- 3 степень — тяжелые: глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб;
- 4 степень — разрушения: сквозные трещины, обрушения частей зданий, внутренних стен, стен заполнения каркаса, разрушение связей между отдельными частями здания;
- 5 степень — обвалы: полное разрушение зданий.

Б.1.3 Количественные показатели разрушения:
- 1 степень — разрушение отдельных сооружений (около 5 % от общего количества);
- 2 степень — разрушение многих сооружений (около 50 % от общего количества);
- 3 степень — разрушение большинства строений (около 75 % от общего количества).

Б.1.4 Интенсивность сейсмических воздействий (в баллах):
- 1 балл — неощутимое землетрясение: регистрируется с помощью приборов;
- 2 балла — едва ощутимое землетрясение: колебания ощущаются только отдельными людьми на верхних этажах зданий;
- 3 балла — слабое землетрясение: ощущается некоторыми людьми, легкое раскачивание висящих предметов;
- 4 балла — заметное сотрясение: ощущается внутри зданий, раскачивание висящих предметов;
- 5 баллов — пробуждение: ощущается внутри зданий, на открытых участках, наблюдается раскачивание висящих предметов, возможны повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа А;
- 6 баллов — испуг: падает мебель, люди пугаются и выбегают на улицу, возможны повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа Б и во многих зданиях типа А, отдельные случаи оползней;
- 7 баллов — повреждение зданий: испуг и паника; многие люди с трудом удерживаются на ногах, во многих зданиях типа В — повреждения 1-й степени, во многих зданиях типа Б — повреждения 2-й степени, во многих зданиях типа А — повреждения 3-й степени, оползни и трещины на дорогах;
- 8 баллов — сильное повреждение зданий: во многих зданиях типа В — повреждения 2-й степени, во многих зданиях типа Б — повреждения 3-й степени, во многих зданиях типа А — повреждения 4-й степени, случаи разрыва стыков трубопроводов, оползни и трещины на дорогах;
- 9 баллов — всеобщее повреждение зданий: во многих зданиях типа В — повреждения 3-й степени, во многих зданиях типа Б — повреждения 4-й степени, во многих зданиях типа А — повреждения 5-й степени; случаи разрыва подземных частей трубопроводов, искривление железнодорожных рельсов;
- 10 баллов — всеобщее разрушение зданий: во многих зданиях типа В — повреждения 4-й степени, а в отдельных — 5-й степени, в зданиях типа Б — повреждения 5-й степени, большинство зданий типа А — повреждения 5-й степени; опасные повреждения плотин, дамб, разрывы и искривления подземных трубопроводов; появляются трещины в грунтах от 0,2 м до 1 м; возможны большие оползни на берегах рек;
- 11 баллов — катастрофа: разрушение зданий хорошей постройки, мостов, плотин и железнодорожных путей; шоссейные дороги приходят в негодность; горные обвалы;
- 12 баллов — изменение рельефа: сильные повреждения, разрушения всех типов наземных и подземных сооружений, радикальные изменения земной поверхности.

Б.2 Значения ускорений колебаний грунта a, см/с^2, при землетрясениях различной интенсивности (для принятых в Российской Федерации шкал сейсмической интенсивности) приведены в таблице Б.1.

Таблица Б.1 — Значения ускорений колебаний грунта

Шкала сейсмической интенсивности	Интенсивность землетрясений, баллы			
	6	7	8	9
MSK-64	25 — 50	50 — 100	100 — 200	200 — 400
MMSK-86*	41 — 90	91 — 200	201 — 400	401 — 800
Примечание — * Значения ускорений колебаний грунта при сильных землетрясениях, полученные при натурных экспериментах в последние десятилетия, выше оценок, принятых по шкале MMSK-86.				

Приложение В
(рекомендуемое)

Примерный состав геодинамического мониторинга на гидротехнических объектах

Т а б л и ц а В.1 — Примерный состав геодинамического мониторинга на гидротехнических объектах

Объект мониторинга	Задачи мониторинга	Вид геодинамических наблюдений	Активность геодинамических (природных и техногенных) процессов*		Периодичность наблюдений в нормальном режиме
			Сейсмическая активность в баллах	Активность прочих геодинамических процессов	
Плотины всех видов при высоте сооружения 100 м и более	Контроль сейсмостойкости плотины	Инженерно-сейсмометрический мониторинг	Высокая: 8 и более баллов Средняя: 7—8 баллов	Высокая Средняя	Ждущий режим
	Контроль деформаций сооружения и основания	Геодезический мониторинг	Высокая Средняя Низкая	Высокая Средняя Низкая	Не менее одного раза в три месяца
	Контроль за изменением физико-механических свойств и напряженно-деформированным состоянием плотины и основания	Геофизический мониторинг: - сейсмотомография; - ультразвуковое профилирование и каротаж; - термометрия; - акустико-эмиссионные измерения	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Не менее одного раза в полгода
	Контроль гидрогеодеформационных процессов	Пьезометрия, расходометрия	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Не менее одного раза в неделю или непрерывная регистрация
Глубокие водохранилища (с плотинами высотой 100 м и более)	Контроль сейсмического режима. Выявление вызванной сейсмичности	Сейсмологический мониторинг на локальной сети	Высокая: 8 баллов и более Средняя: 7−8 баллов Низкая: менее 7 баллов	Высокая Средняя Низкая	Ждущий режим
	Контроль деформаций в районе водохранилища	Геодезический мониторинг	Высокая Средняя Низкая	Высокая Средняя Низкая	Не менее одного раза в три месяца

Продолжение таблицы В.1

Объект мониторинга	Задачи мониторинга	Вид геодинамических наблюдений	Активность геодинамических (природных и техногенных) процессов*		Периодичность наблюдений в нормальном режиме
			Сейсмическая активность в баллах	Активность прочих геодинамических процессов	
Глубокие водохранилища (с плотинами высотой 100 м и более)	Контроль за изменением физико-механических свойств и напряженно-деформированным состоянием приповерхностных частей земной коры в районе водохранилища	Геофизический мониторинг: - сейсмопрофилирование в районе водохранилища; - электрометрия	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Не менее одного раза в полгода
	Контроль гидрогеодеформационного поля	Пьезометрия, расходометрия	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Не менее одного раза в месяц
	Контроль оползневых процессов и процессов переработки берегов	Геофизический мониторинг: - акустико-эмиссионные измерения; - электрометрия	Высокая Средняя Низкая	Высокая Средняя Низкая	Не менее одного раза в полгода
Водохранилища глубиной менее 100 м	Контроль напряженно-деформационного состояния вмещающего массива на различных масштабных уровнях сейсмичности. Контроль горного давления, прогноз горных ударов	Ультразвуковой, акустико-эмиссионный и высокочастотный сейсмический каротаж вееров скважин Ультразвуковой каротаж Акустико-эмиссионное профилирование и каротаж Гидроразрыв	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Не менее одного раза в три месяца
Подземные гидротехнические сооружения — машинные залы, туннели и др.	Контроль прочности и деформативности несущих бетонных и железобетонных конструкций	Ультразвуковое и высокочастотное сейсмическое профилирование	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Один раз в 3—5 лет, после землетрясений интенсивностью 7—8 баллов
Плотины всех видов и классов высотой менее 100 м. ГАЭС и др. гидротехнические сооружения	Контроль трубопроводов	Акустико-эмиссионный мониторинг	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Непрерывно
	Контроль трубопроводов. Контроль фильтрационных процессов	Ультразвуковые просвечивания несущих конструкций	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Один раз в 3—5 лет, после землетрясений интенсивностью 7—8 баллов
		Специальные электрометрические наблюдения	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Один раз в 3—5 лет, после землетрясений интенсивностью 7—8 баллов

Окончание таблицы В.1

Объект мониторинга	Задачи мониторинга	Вид геодинамических наблюдений	Активность геодинамических (природных и техногенных) процессов*		Периодичность наблюдений в нормальном режиме
			Сейсмическая активность в баллах	Активность прочих геодинамических процессов	
Плотины всех видов и классов высотой менее 100 м. ГАЭС и др. гидротехнические сооружения	Контроль фильтрационных процессов	Пьезометрия, расходометрия	Высокая Средняя	Высокая Средняя	Непрерывно
Примечание — *Под активностью пр. геодинамических процессов подразумеваются современные изменения напряженно-деформированного состояния земной коры, теплового потока, гидрогеодеформационного поля, а также оползневые и обвальные процессы, вызванные природными и техногенными факторами.					

Приложение Г
(обязательное)

Режимы функционирования геодинамических полигонов

Г.1 Общие положения

Г.1.1 Режим функционирования геодинамического полигона — это эксплуатация полигона с соблюдением установленного регламента, принятых правил и процедур.

Режим определяется следующими основными параметрами:

- состав и количество контролируемых (измеряемых и диагностических) показателей;
- полнота задействованности основной (стационарной) измерительной сети;
- привлечение дополнительных (мобильных) наблюдательных средств;
- периодичность наблюдений (частота опроса измерительных датчиков и регистрирующих устройств);
- порядок сбора, передачи, накопления и обработки информации.

При выборе режима функционирования геодинамического полигона следует учитывать:

- геодинамическую обстановку в районе расположения ГТС, которая определяется воздействием различных природных и техногенных факторов;
- «возраст» ГТС, т.е. время, прошедшее со дня ввода ГТС в эксплуатацию.

Г.1.2 При оценке текущей геодинамической обстановки следует учитывать влияние эндогенных, преимущественно тектонических, и экзогенных процессов и явлений, климатических факторов, а также техногенные влияния, связанные с эксплуатацией ГТС и процессами взаимодействия в системе «сооружение-основание».

В эксплуатационном (жизненном) цикле ГТС выделяют следующие стадии:

- начало эксплуатации (постановка объекта под расчетные эксплуатационные нагрузки);
- нормальная эксплуатация (эксплуатация в проектном режиме);
- эксплуатация в период «старения», который обычно наступает через 25—30 лет после ввода объекта в эксплуатацию (для этого периода типично увеличение частоты повреждений);
- консервация (вывод объекта из эксплуатации).

Г.2 Основные режимы функционирования

Г.2.1 Для обеспечения оптимального решения задач геодинамического мониторинга ГТС в меняющейся геодинамической обстановке и на различных стадиях эксплуатации определены следующие режимы функционирования геодинамических полигонов:

- нормальный режим;
- режим повышенной готовности (опасности);
- режим чрезвычайной ситуации.

Г.2.2 Нормальный режим функционирования геодинамического полигона реализуется при фоновой (обычной для участка размещения ГТС) геодинамической обстановке и в проектных условиях эксплуатации ГТС.

Следует учитывать, что степень соответствия геодинамической обстановки на участке нормальным фоновым условиям может быть объективно оценена лишь после окончания периода опытной эксплуатации геодинамического полигона. В начальный период эксплуатации геодинамического полигона оценки геодинамической обстановки носят условный характер. Кроме того, следует учитывать, что в различных регионах и даже для разных ГТС, расположенных в одном регионе, фоновый уровень геодинамической активности может отличаться.

Г.2.3 Функционирование геодинамического полигона в режиме повышенной опасности (готовности) осуществляется в периоды активизации геодинамических процессов и при подготовке к резким изменениям технологического режима эксплуатации ГТС. Для сооружений, находящихся в стадии «старения», перевод функционирования полигонов в режим повышенной готовности следует выполнять при первых признаках повышения геодинамической активности.

Г.2.4 Чрезвычайный режим функционирования геодинамического полигона действует в условиях реальной возможности возникновения опасного геодинамического явления, сразу после неожиданного опасного геодинамического явления и при обнаружении на гидротехническом сооружении локальных разрушений, генетически не связанных с геодинамическими процессами, но представляющих реальную угрозу его безопасной эксплуатации.

Г.3 Функционирование геодинамического полигона в различных режимах имеет свои характерные особенности, которые связаны в бóльшей мере с отличающимися требованиями к оперативности сбора, анализа и передачи информации, подготовки заключений и предложений и в меньшей степени — с составом полученной информации. Вместе с тем требования к качеству исходной информации остаются постоянными и высокими при работе геодинамического полигона в любом режиме.

Г.3.1 Нормальный режим функционирования

Наблюдения ведутся на стационарной сети, применяются стабильные методики. Выполняется регулярный контроль за состоянием первичных измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры, в случае необходи-

мости выполняется их замена и ремонт. Частота опроса может значительно различаться для разных видов наблюдений, но остается постоянной.

Полученная информация в полном объеме хранится в электронном виде, однако наиболее содержательные данные, как и результаты первичной обработки, хранятся на твердых носителях. Первичная обработка данных наблюдений, ведущихся в дискретном режиме, выполняется непосредственно после окончания цикла измерений, а данных наблюдений, проводимых в непрерывном режиме, — немедленно после получения новой информации.

Г.3.2 Режим повышенной опасности (готовности)

При функционировании геодинамического полигона в режиме повышенной опасности (готовности) изменяется периодичность измерений (повышается частота опроса датчиков). Обработка полученной информации осуществляется в режиме времени, близком к реальному. В первую очередь выполняются обработка и анализ данных тех видов наблюдений, которые показали аномальные, прогностические изменения. Оперативно выполняется совместный комплексный анализ данных разномасштабных измерений, нацеленный на локализацию места и оценку величины прогнозируемого опасного явления.

Для повышения скорости обработки данных и информативности получаемых результатов допускается временное упрощение методик обработки и сокращение количества анализируемых параметров.

Функционирование полигона в режиме повышенной готовности должно обеспечить получение обоснованных ответов на вопросы: произойдет или нет прогнозируемое опасное геодинамическое явление, а если произойдет, то каким будет ожидаемый масштаб повреждений и разрушений, какими будут его возможные последствия, не перейдет ли ГТС в неработоспособное или аварийное состояние.

Г.3.3 Чрезвычайный режим (режим ЧС)

При функционировании в чрезвычайном режиме осуществляется постоянный оперативный контроль протекания геодинамических, включая сейсмические, процессов.

Существуют два варианта регламента чрезвычайного режима.

Первый вариант регламента действует в случае, если режим объявлен до катастрофического динамического явления, зарегистрированы его надежные предвестники. В этом случае наблюдения ведутся по стандартной (или упрощенной) методике на стационарной сети, но частота опроса для дискретных наблюдений повышается до одного раза в сутки (или одного раза в 2—3 суток). В режиме времени, близком к реальному, выполняется экспресс-обработка получаемой информации и готовятся заключения о геодинамической обстановке, а также предложения по подготовке необходимых мероприятий по снижению ущерба от прогнозируемого геодинамического явления.

Второй вариант регламента действует в случае, если режим объявлен после того, как катастрофическое событие уже произошло. В этом случае первоочередной задачей является проверка состояний измерительной и информационно-коммуникационной систем геодинамического полигона. В случае существенных повреждений измерительной сети выполняются ремонтные работы, которые можно выполнить при минимальных трудозатратах и в короткие сроки. Если проведение ремонта нереально, то на наиболее критичных участках (в областях разрушений и повреждений, эпицентральных зонах локальных землетрясений) организуются дополнительные наблюдения, проводимые с помощью мобильных измерительных установок. Одновременно выполняется восстановление внутренних и внешних линий связи. Повышенная частота опроса сохраняется после катастрофического события до инструментально зафиксированного затухания геодинамической активности. В этот период исследуется ход процессов разрушения в отдельных зонах основания и сооружения, контролируется состояние потенциально опасных участков, выдаются рекомендации по проведению неотложных инженерных мероприятий.

После нормализации геодинамической обстановки выполняется полное обследование ТПС. По результатам обследования выдаются рекомендации по неотложным инженерным мероприятиям, направленным на устранение последствий геодинамического явления, и корректировке режима эксплуатации ГТС, принимаются решения о совершенствовании измерительной и информационно-коммуникационной систем геодинамического полигона.

Г.4 Порядок выбора или изменения режима функционирования геодинамического полигона

Г.4.1 Порядок выбора или изменения режима функционирования геодинамического полигона определен для принятого в эксплуатацию геодинамического полигона.

Выбор режима функционирования базируется на оперативном анализе получаемой информации и осуществляется с учетом режима эксплуатации ГТС. Основанием для смены режима являются объективно зафиксированные изменения измеряемых параметров и диагностических показателей, характеризующих геодинамическую обстановку и/или состояние ГТС, а также изменения режима его эксплуатации.

Г.4.2 Возвращение к нормальному режиму функционирования полигона из режима повышенной опасности (готовности) производится на основании заключения об инструментально зафиксированном затухании геодинамической активности, после того, как будет зафиксировано, что наблюдаемые параметры вернулись к своим фоновым значениям.

Г.4.3 Возвращение от чрезвычайного режима к режиму повышенной опасности происходит после затухания интенсивности более слабых динамических явлений, сопровождающих опасное явление.

Г.4.4 Переход от нормального режима функционирования к режиму повышенной опасности (готовности) осуществляется на основании оперативного анализа наблюдательных данных, в ходе которого формально обнаружены аномальные отклонения наблюдаемых параметров от их фоновых (средних) значений. В случае, если фиксируются подобные аномальные значения двух-трех независимых параметров, свидетельствующие об акти-

визации геодинамических процессов, или изменениях состояния основных сооружений, принимается решение об изменении режима функционирования полигона. Если установлено, что сооружение находится в неисправном или неработоспособном состоянии или эксплуатируется в особых сочетаниях нагрузок, то геодинамический полигон в обязательном порядке переводится в режим повышенной опасности (готовности).

Г.4.5 Переход от режима повышенной опасности (готовности) к чрезвычайному режиму функционирования осуществляется при наличии краткосрочных предвестников катастрофического геодинамического явления или непосредственно при наступлении катастрофического явления, а также при возникновении на объекте потенциально опасных локальных разрушений.

Приложение Д
(рекомендуемое)

Измерительная и регистрирующая аппаратура для режимных геодинамических наблюдений

Д.1 Общие положения

Д.1.1 В настоящем приложении представлены измерительные устройства (измерительная и регистрирующая аппаратура), которые рекомендованы для выполнения основных и дополнительных видов режимных геодинамических наблюдений.

Согласно 6.2.4 в составе геодинамического мониторинга ГТС необходимо проводить следующие основные виды режимных наблюдений и испытаний:

- инженерно-сейсмологические наблюдения;
- геофизические наблюдения;
- геодезические наблюдения;
- специальные гидрогеологические наблюдения за геофильтрационным режимом в ТПС и гидрогеодинамическими процессами;
- специальные виды геомеханических испытаний;
- инженерно-сейсмометрические наблюдения;
- тестовые испытания по определению динамических характеристик гидротехнического сооружения.

Д.1.2 В соответствии с 6.4.1 при проведении геодинамического мониторинга должны применяться следующие апробированные на практике методики режимных наблюдений:

- площадные наблюдения на локальной сейсмологической сети, включающей не менее трех-четырех сейсмостанций, расположенных в радиусе 3—5 км от ГТС, при сейсмологических наблюдениях;
- сейсмическое профилирование КМПВ и многоточечное сейсмическое просвечивание, электрометрические наблюдения, проводимые с помощью методов ВЭЗ, ЭП, ВЭЗ МДС, ВЭЗ ВП, МЗТ, ГРЛЗ и ЕП, акустико-эмиссионные (АЭ) наблюдения и ультразвуковой каротаж (УЗК), комплексный каротаж (ТМ, РЗМ, КС, гамма-каротаж, гамма-гамма каротаж, нейтрон-гамма каротаж, расходометрия) для контроля за НДС и прочностными свойствами ТПС, трещинообразования в локальных блоках сооружения и основания, фильтрационного режима, включая определение направления движения и скорости движения подземных вод, изучения опасных геодинамических явлений: карстовых и термокарстовых провалов, оползней и обвалов в составе геофизического мониторинга;
- нивелирование геометрическое, гидростатическое и гидродинамическое, измерения створным методом и полигонометрия при выполнении геодезических наблюдений;
- наблюдения сети пьезометрических и дренажных скважин и проведение в скважинах специальных гидрогеологических опытов (откачки, наливы, нагнетания, фильтрация) за параметрами фильтрационного режима (водопроницаемостью, движением подземных вод и суффозионными процессами) и наблюдения сети специально оборудованных скважин за характеристиками гидрогеодинамического поля (пластовым и атмосферным давлением, температурой воздуха и грунтовых массивов);
- деформометрические и наклономерные наблюдения, статические нагружения породного массива методами штампа, гидравлических подушек, прессиометрии и гидроразрыва для контроля за НДС и трещинообразованием в локальных потенциально опасных блоках ТПС в составе геомеханических испытаний;
- регистрация сейсмических воздействий в характерных точках (узлах) ГТС и его основания, при инженерно-сейсмометрических наблюдениях;
- вибрационное и/или импульсное воздействие на сооружение и/или основание при помощи специальных вибраторов (дебалансных, сейсмических и пр.) или импульсных невзрывных источников для динамического тестирования ГТС.

Д.1.3 Измерительные устройства (измерительная и регистрирующая аппаратура) для режимных геодинамических наблюдений должны отвечать следующим требованиям:

- сохранение стабильности технических характеристик во времени, при условии эксплуатации устройств в допустимом диапазоне температур и влажности;
- устойчивость измерительных устройств к внешним воздействиям, возможность контроля за их работоспособностью, обеспечение ремонта и/или замены в них отдельных узлов или этих устройств полностью без нарушения регулярности наблюдений на измерительной сети;
- безопасность эксплуатации измерительных устройств, в т.ч. при осуществлении операций по снятию отсчетов, выполнению регулярных и тестовых измерений, ремонту и замене отдельных узлов.

Д.2 Типовые требования к эксплуатационным свойствам измерительных устройств (датчиков и регистрирующей аппаратуры)

Д.2.1 В силу единства природы регистрируемых параметров физических полей при выполнении этих двух видов наблюдений применяются принципиально одинаковые измерительные устройства; отличие состоит в технических характеристиках и определяется различиями в масштабах измерений и частотных диапазонах регистрируемых сигналов.

Рекомендуемые устройства перечислены в таблице Д.1.

Т а б л и ц а Д.1 — Типовые измерительные устройства для инженерно-сейсмометрических и режимных инженерно-сейсмологических наблюдений

Наименование	Назначение	Технические характеристики
Сейсмическая станция регионального типа	Запись колебаний земной поверхности при прохождении сейсмических волн, вызванных землетрясениями, сильными взрывами или иными мощными источниками возмущения. Контроль за количеством и энергией сейсмических событий, распределения эпицентров (гипоцентров) во времени и пространстве	Широкая полоса записи (частотный диапазон от 0,01 Гц до 20 Гц), динамический диапазон не менее 120 дБ, регистрация трех компонент колебаний, цифровая форма записи сигналов. Работа в непрерывном режиме
Регистратор сейсмических сигналов	Запись параметров сейсмических колебаний (смещений, скоростей, ускорений и поворотов) ГТС и его основания, вызванных местными землетрясениями, промышленными взрывами и иными воздействиями	Широкая полоса записи (частотный диапазон от 0,01 Гц до 50 Гц), динамический диапазон не менее 120 дБ, регистрация трех компонент колебаний, цифровая форма записи сигналов. Возможность записи скоростей до 200 см/с и ускорений до 1000—2000 см/с^2. Работа в ждущем режиме
Сейсмометр	Измерение параметров сейсмических колебаний	Тип прибора — магнитоэлектрический или пьезоэлектрический, частотный диапазон от 0,01 Гц до 100 Гц
Акселерометр	Сейсмометр, предназначенный для измерения ускорений сейсмических колебаний	Возможность измерения ускорений до 1000—2000 см/с^2, чувствительность не менее $2 \cdot 10^{-3}$ В/см/с^2
Велосиметр	Сейсмометр, предназначенный для измерения скорости сейсмических колебаний	Возможность измерения скоростей до 200 см/с, чувствительность не менее 1000 В/м/с

Д.2.2 Измерительные устройства для геофизических наблюдений

При режимных геофизических наблюдениях применяется широкий спектр измерительных устройств, что связано с различной природой регистрируемых геофизических полей. При режимных геодинамических наблюдениях изучаются временные вариации геоэлектрического, геотермического, геомагнитного, гравитационного полей и поля упругих волн. Наблюдения проводятся в чрезвычайно широких пространственно-частотных диапазонах.

Рекомендованный перечень измерительных устройств приведен в таблице Д.2.

Д.2.3 Измерительные устройства для геодезических наблюдений

Рекомендуемый перечень геодезических приборов и оборудования и их технические характеристики приведены в таблице Д.3.

Д.2.4 Измерительные устройства для специальных гидрогеологических и гидрогеодинамических наблюдений

Для гидрогеологических наблюдений применяются общеизвестные измерительные устройства: различного рода пьезометры, мерные водосливы, термометры, уровнемеры и расходомеры. Для определения наличия взвеси и химического состава воды используют стандартные химические анализаторы.

Для гидрогеодинамических наблюдений серийная аппаратура не производится. Специальные уровнемеры для измерения изменений пластового давления в водоносных горизонтах, связанных с процессами подготовки землетрясений, запатентованы и изготавливаются по заказу.

Д.2.5 Измерительные устройства для специальных геомеханических испытаний

Режимные геомеханические испытания выполняются для контроля за деформационными, прочностными и реологическими свойствами горных пород и конструкций и их напряженного состояния на локальных участках сооружения и основания, где созданы условия для наблюдений в стационарных условиях.

Перечень типовых измерительных устройств приведен в таблице Д.4.

Д.2.6 Измерительные устройства для динамических испытаний ГТС

Для ГТС, расположенных в зонах с высокой сейсмической активностью, динамическое тестирование должно выполняться каждые 5 лет эксплуатации. Цель динамического тестирования — определение или уточнение динамических характеристик (динамической податливости) ГТС, составление их динамического паспорта. Динамические испытания выполняются при НПУ и УМО.

Типовые устройства для тестовых испытаний приведены в таблице Д.5.

Т а б л и ц а Д.2 — Типовые измерительные устройства для режимных геофизических наблюдений

Наименование	Назначение	Технические характеристики
Сейсмическая станция	Регистрация кинематических и динамических характеристик упругих колебаний, искусственно создаваемых в горных породах и сооружениях	Компьютеризированная аппаратура с цифровой регистрацией сигналов. Количество каналов — 6, 12 и 24; частотный диапазон — 30 — 500 Гц; динамический диапазон — 120 дБ; возможность работы со взрывными и невзрывными источниками упругих колебаний, автономное энергоснабжение
Сейсмоприемник	Измерение скоростей смещений грунта	Тип датчика — электродинамический, прямолинейная частотная характеристика в диапазоне от 20 — 30 Гц до 500 Гц, чувствительность — 0,25 В/см/с
Сейсмический кабель (сейсмическая коса)	Соединение сейсмоприемников с сейсмической станцией	Многожильный электрический кабель, для скважинных измерений — кабель гидроизолированный
Ультразвуковая аппаратура	Регистрация кинематических и динамических характеристик искусственно создаваемых упругих колебаний	Компьютеризированная аппаратура с цифровой регистрацией сигналов. Количество каналов — 5 —10; частотный диапазон от 20 кГц до 500 кГц. Автономное и сетевое энергоснабжение
Ультразвуковой датчик	Измерение изменений давления в грунте или в жидкости	Принцип действия — пьезоэлектрический или магнитострикционный, возможность работы в режиме излучения и приема. Прямолинейная частотная характеристика в диапазоне от 20 кГц до 100 кГц. Чувствительность — 0,12 В/м/с^2
Ультразвуковой зонд	Перемещение группы ультразвуковых датчиков вдоль ствола скважины, соединение ультразвуковых датчиков с регистрирующей аппаратурой	Коаксиальный кабель гидроизолированный, возможность использования в водозаполненных скважинах глубиной до 100 м. Обеспечение акустического контакта ультразвуковых датчиков со стенками скважин
Акустическая аппаратура	Регистрация кинематических и динамических характеристик упругих колебаний, искусственно создаваемых в сооружениях, конструкциях и основании, количества и интенсивности импульсов акустической эмиссии (АЭ)	Компьютеризированная аппаратура с цифровой регистрацией сигналов. Количество каналов — 2—5; частотный диапазон от 1 кГц до 15 кГц. Возможность работы с пьезоэлектрическими и электроимпульсными источниками упругих колебаний, а также работа в ждущем режиме при регистрации импульсов АЭ. Автономное и сетевое энергоснабжение
Электроразведочная аппаратура	Регистрация естественных или искусственно созданных электромагнитных полей, постоянных и переменных во времени (измерение кажущихся сопротивлений, потенциалов и градиентов естественного поля и др.)	Компьютеризированная аппаратура с цифровой регистрацией сигналов. Возможность использования электродов различного типа, в т.ч. активных приемных и неполяризующихся электродов, и воздушных антенн
Аппаратура радиолокационного зондирования (георадар)	Регистрация электромагнитных импульсов, отраженных от границ слоев и неоднородностей	Компьютеризированная аппаратура с цифровой регистрацией отраженных электромагнитных импульсов, широкий диапазон частот от 35 МГц до 1700 МГц. Возможность применения экранированных антенн различных типов (рупорных и дипольных)

Окончание таблицы Д.2

Наименование	Назначение	Технические характеристики
Каротажная станция	Регистрация геоэлектрических, магнитных, упругих, термических и радиоактивных характеристик горных пород и искусственных материалов, электрического сопротивления и расхода подземных вод, инклинометрия и кавернометрия ствола скважины	Компьютеризированная с цифровой регистрацией сигналов. Возможность работы полным комплексом методов или отдельными методами в скважинах глубиной до 100 м. К станции прилагается комплект зондов: градиент-зонд, потенциал-зонд, резистивиметр, зонд БКЗ, инклинометр, термозонд, каверномер, электронный расходомер, зонды гамма-каротажа и гамма-гамма-каротажа

Т а б л и ц а Д.3 — Типовые измерительные устройства для режимных геодезических наблюдений

Наименование	Назначение	Технические характеристики
Тахеометр электронный	Измерение горизонтальных смещений, взаимных подвижек блоков сооружения и основания	Погрешность измерения горизонтальных и вертикальных углов менее 2" и расстояний менее 3,0—4,0 мм/км. Рабочий диапазон температур от минус 30 °С до плюс 40 °С
Нивелир цифровой	Измерение осадок и наклонов сооружения и основания	Погрешность измерения высот менее 1,0—2,0 мм/км. Рабочий диапазон температур от минус 30 °С до плюс 40 °С
Гидростатический нивелир	Отслеживание процессов оседания и подъема оборудования, турбин, фундаментов и зданий	Диапазон измерений от 0 до 50 мм. Средняя ошибка измерений до ± 0,02мм. Точность измерительного датчика — 0,01 мм. Разрешение измерительной системы — 0,005 мм. Диапазон рабочих температур от минус 25°С до плюс 85°С
Светодальномер	Измерение расстояний с высокой степенью точности	В соответствии с ГОСТ 19223
Лента мерная	Вспомогательное оборудование при проведении инструментальных измерений	Соответствие требованиям «Руководства по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами»
Рулетка	Вспомогательное оборудование при проведении инструментальных измерений	То же
Рейка геодезическая	Вспомогательное оборудование при проведении инструментальных измерений	»
Марка геодезическая	Закрепление на местности пунктов режимных наблюдений	»
Репер геодезический	Закрепление на местности пунктов режимных наблюдений	»

Т а б л и ц а Д.4 — Типовые измерительные устройства для специальных геомеханических испытаний

Наименование измерительного устройства	Назначение измерительного устройства	Технические характеристики измерительного устройства
Скважинный прессиометр (дилатометр)	Статическое нагружение массива для определения упругих и деформационных свойств горных пород	Принцип действия прибора — создание секторной нагрузки на стенку скважины и измерение вызванных ею перемещений. Удельная нагрузка на стенку скважины — до 10 МПа. Контроль в ходе опыта — начального и текущего объемов жидкости в гидросистеме, начального, текущего и максимального давления в гидросистеме
Скважинная установка гидроразрыва	Нагружение массива (сооружения) для определения абсолютных величин напряжений	Принцип действия — создание нагрузки на ствол скважины в изолированном ее интервале. Возможность повторных определений напряжений
Гидравлическая подушка	Статическое нагружение массива для определения деформационных и реологических свойств горных пород	Принцип действия — создание плоской нагрузки на массив в специальной щели. Контроль изменений напряжений в массиве
Инклинометр	Определение зон и величин горизонтальных подвижек в основании сооружения, на заданных отметках	Компьютеризированный прибор, периодическое измерение азимута и угла искривления ствола наблюдательной скважины. Погрешность измерений менее 3—5 °

Т а б л и ц а Д.5 — Типовые измерительные устройства для динамических испытаний ГТС

Наименование измерительного устройства	Назначение измерительного устройства	Технические характеристики измерительного устройства
Вибровозбудитель	Возбуждение гармонических колебаний сооружения на заданных частотах	Принцип работы — гармоническое (периодическое) или импульсное воздействие. Обеспечение величин смещений в интервале от 10 мкм до 100 мкм. Частотный диапазон воздействий от 0 Гц до 60 Гц
Виброграф	Измерение смещений, скоростей и ускорений для расчета собственных частот и форм колебаний, логарифмических декрементов затухания	Широкополосный диапазон регистрации от 1 до 100 Гц, чувствительность по измерению скоростей не менее 500 В/см/с, по измерению ускорений не менее $1 \cdot 10^{-3}$ В/см/с^2

Приложение Е
(рекомендуемое)

Форма протокола испытаний оборудования на сейсмостойкость

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации,
выполнившей испытания
на сейсмостойкость

_____

П Р О Т О К О Л

испытаний на сейсмостойкость

_____

наименование организации, проводившей испытания на сейсмостойкость

провела _____испытания

_____

наименование и обозначение оборудования

в соответствии с аттестованной (аттестованными) методикой (методиками) испытаний

_____

наименование и обозначение документов

в период

с_____по_____

В результате испытаний установлено следующее:

Раздел 1. Характеристика испытуемого оборудования

_____

Раздел 2. Условия испытаний

_____

Раздел 3. Средства испытаний

_____

Раздел 4. Результаты испытаний

_____

Подписи:

_____

_____

должности и фамилии сотрудников, проводивших испытания

Е.1 В разделе 1 «Характеристика испытуемого оборудования» должны быть отражены следующие сведения:

- наименование оборудования и его условное обозначение;
- дата изготовления оборудования, номер партии, порядковые номера образцов испытаний по системе нумерации изготовителя;
- наименование изготовителя;
- перечень измеряемых параметров и их характеристики;
- требования к оборудованию, условия эксплуатации, хранения и транспортирования;
- дополнительные сведения.

Е.2 В разделе 2 «Условия испытаний» (описание испытаний) должны быть отражены следующие сведения:

- вид испытаний;
- наименование методики испытаний;
- условия и место проведения испытаний, время и продолжительность испытаний;
- дополнительные сведения.

Е.3 В разделе 3 «Средства испытаний» должны быть отражены следующие сведения:

- перечни испытательного оборудования и средства измерений;
- точные характеристики испытательного оборудования и средств измерений, сведения об их аттестации;
- средства обработки данных испытаний;
- дополнительные сведения.

Е.4 В разделе 4 «Результаты испытаний» должны быть отражены следующие сведения:

- данные испытаний или наименование и обозначение протокола данных испытаний;
- результаты испытаний;
- требования к рекомендации организации, проводившей испытания;
- рекомендации по совершенствованию или доработке оборудования;
- дополнительные сведения.

Приложение Ж
(рекомендуемое)

Форма протокола расчетной оценки сейсмостойкости оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель организации,
выполнившей расчетную
оценку сейсмостойкости

_____

П Р О Т О К О Л

расчетной оценки сейсмостойкости

_____

наименование организации, выполнившей расчетную оценку сейсмостойкости

провела расчетную оценку сейсмостойкости _____

_____

наименование и обозначение оборудования

в соответствии с _____

наименование нормативного документа

_____

в период с _____ по _____

В результате расчетной оценки сейсмостойкости установлено следующее:

Раздел 1. Характеристика испытуемого оборудования

_____

Раздел 2. Описание расчетной оценки сейсмостойкости

_____

Раздел 3. Средства оценки сейсмостойкости

_____

Раздел 4. Результаты оценки

_____

Подписи

_____

_____

должности и фамилии сотрудников, производивших оценку

Ж.1 В разделе 1 «Характеристика испытуемого оборудования» должны быть отражены следующие сведения:
- наименование и условное обозначение оборудования;
- наименование изготовителя или разработчика;
- описание конструкции и прочностные свойства материала;
- условия эксплуатации; нагрузки и воздействия;
- перечень определяемых параметров и их характеристик.

Ж.2 В разделе 2 «Описание расчетной оценки сейсмостойкости» должны быть отражены следующие сведения:
- методика расчетной оценки сейсмостойкости;
- место и время выполнения оценки;
- дополнительные сведения.

Ж.3 В разделе 3 «Средства оценки сейсмостойкости» должны быть отражены следующие сведения:
- перечень используемых программных комплексов;
- характеристики используемых комплексов и сведения об их аттестации;
- характеристика расчетной схемы.

Ж.4 В разделе 4 «Результаты оценки» должны быть отражены следующие сведения:
- наименование и обозначение документа с расчетными данными;
- результаты расчетов;
- требования к рекомендации организации, проводившей испытания;
- рекомендации по совершенствованию или доработке оборудования;
- дополнительные сведения.

Библиография

[1] Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

[2] Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ

[3] Постановление Правительства Российской Федерации от 1 февраля 2006 г. № 54 «О государственном строительном надзоре в Российской Федерации»

[4] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[5] Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»

[6] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»

[7] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

[8] Постановление Правительства Российской Федерации от 21 апреля 2009 г. № 334 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам совершенствования порядка технологического присоединения потребителей к электрическим сетям»

[9] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[10] Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ

УДК 626/627:006.354 ОКС 93.160

Ключевые слова: сооружения ГЭС гидротехнические, требования, проектирование, сейсмические районы, методики оценки, оборудование

Редактор *Г.В. Зотова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Е.О. Асташина*

Сдано в набор 25.11.2014. Подписано в печать 16.12.2014. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 5,85. Тираж 37 экз. Зак. 5255.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru